

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PROPUESTA DEL ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) PARA NICARAGUA

Autores:

Br. Julio Osmar Lazo Chavarría

Br. Lesbia del Carmen Reyes Abarca

Tutor:

M.Sc. Marlon Salvador Ramírez Membreño

Carrera de Ingeniería Electrónica

Universidad Nacional de Ingeniería

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2015

Resumen

Este documento presenta un estudio técnico comparativo sobre los estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT), disponibles actualmente en el mercado internacional. Asimismo, se describen las ventajas y desventajas de estos estándares con el fin de determinar cuál de ellos, es factible implementar en Nicaragua. La información encontrada a través de un proceso de investigación y que se brinda al lector en este informe, refleja los avances que ha tenido la televisión digital desde sus inicios hasta la actualidad. Dichos avances evidencian que la mayoría de los países latinoamericanos han logrado definir el estándar TDT que implementará en estos países. Caso contrario, a lo que ocurre en Nicaragua, donde sobre esta temática se ha avanzado muy poco, por tanto, no se ha definido el estándar TDT que se utilizará para dar un salto significativo de la televisión analógica a la televisión digital.

En tal sentido, este estudio titulado: **“Propuesta del Estándar de Televisión Digital TDT para Nicaragua”**, tiene como propósito presentar una alternativa de solución a la carencia de la Televisión Digital Terrestre TDT en el país, ajustada a nuestra realidad socio-económica, a partir del análisis y comparación de la información obtenida sobre los estándares de TDT, utilizados en los países de América Latina y el mundo.

El estudio realizado se estructuró en cinco capítulos. En el **Capítulo 1**, se presenta un breve resumen de la historia de la televisión en Nicaragua, desde sus orígenes hasta la actualidad. Se registran eventos trascendentales de este medio, tales como el inicio de sus emisiones, de sus primeras programadoras; la creación del primer Canal de Televisión en Nicaragua, la expansión de la red pública de televisión y la introducción de la televisión a color. También se aborda el tema de la Televisión Digital Terrestre: su definición, objetivos, características, beneficios y gama de servicios que ofrece esta moderna e innovadora tecnología. Alrededor del mundo existen y predominan cinco estándares de Televisión Digital Terrestre, los cuales se analizan a grandes rasgos en el **Capítulo 2**, y se realiza una comparación de los mismos en el **Capítulo 4**.

Quizás el más grande de los muchos beneficios que nos brinda la Televisión Digital Terrestre y una de las principales razones de este estudio comparativo, es el dividendo digital, cuyo tema se aborda ampliamente en el **Capítulo 3**, donde se define qué es el dividendo digital, sus objetivos, características y beneficios así como las experiencias internacionales y la importancia de la migración hacia la Televisión Digital Terrestre (TDT).

Después de analizar y comparar profundamente la información acerca de la estructura y las características más relevantes de los estándares de la Televisión Digital Terrestre que se implementan a nivel mundial, nos permitió presentar una propuesta del estándar que más se ajusta a la realidad nicaragüense, la cual se presenta en el **Capítulo 5** de este Informe Final de Investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos culminar nuestros estudios y llevar a cabo este trabajo investigativo producto de nuestro esfuerzo.

A los Ingenieros Marlon Ramírez Membreño, Marlon Robleto Alemán y Eddy Ampié, nuestros más sinceros agradecimientos por sus valiosas sugerencias en la realización del presente trabajo.

Al Personal Directivo, Administrativo, Docente y Compañeros de la Universidad Nacional de Ingeniera (UNI), por brindarnos su apoyo, conocimientos y valores a lo largo de estos años de nuestra formación profesional.

Finalmente, queremos agradecer a todas las personas que de alguna manera hicieron posible la realización de este trabajo monográfico. A todos y todas, nuestro eterno agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, a Dios que siempre me ha bendecido. Sin Él nada es posible en este mundo. A mis padres, Osmar Lazo Blandón y Eva Mercedes Chavarría, quienes desde pequeño me han guiado por el camino correcto en busca de alcanzar mis metas y mi superación, tanto personal como profesional. Por su gran amor y el apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida. A Fanny Martínez Zambrana, quien siempre me ha motivado a seguir adelante y luchar por mis sueños. A Lesbia Reyes Abarca, amiga y compañera incondicional, con quien realicé y llegué a feliz término este trabajo monográfico de culminación de nuestra carrera en Ingeniería Electrónica. Para ella mi profundo aprecio y agradecimiento.

JULIO OSMAR LAZO CHAVARRÍA

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios y la Virgen María, por darme la oportunidad de vivir, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, además de su infinito amor. A mis padres, Héctor Reyes y Lesbia Abarca. A mis hermanos por haberme apoyado en todo momento y la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor incondicional. A mi mami Amparo García por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa. A Freddy Miranda por su apoyo constante, por su amor y sus palabras de aliento para lograr esta meta. Y a Julio Osmar Lazo, gracias por ser un excelente compañero y por el apoyo mutuo que tuvimos para terminar este trabajo. A mis amigos que me apoyaron a lo largo de esta carrera: Ing. Sergio Santos Cluters e Ing. Jorge J. Villanueva con todo mi agradecimiento y admiración.

LESBIA DEL CARMEN REYES ABARCA

ÍNDICE

Índice de Figuras y Gráficos	IX
Índice de Tablas.....	X
Índice de Abreviaturas.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA TELEVISIÓN	5
1.1. La Televisión en Nicaragua	6
1.1.1. Reseña histórica	6
1.2. Introducción a la Televisión Analógica	7
1.2.1. Sistema NTSC	8
1.2.2. Sistema PAL	8
1.2.3. Sistema SECAM	9
1.2.4. Características Técnicas de los estándares de televisión analógica	11
1.3. Televisión Digital	11
1.3.1. Introducción	11
1.3.2. Definición de Televisión Digital	12
1.3.3. Objetivos para la Radiodifusión de TDT	14
1.4. Ventajas y Desventajas de la Televisión Digital Terrestre	17
1.4.1. Ventajas de la Televisión Digital Terrestre	17
1.4.2. Desventajas de la Televisión Digital Terrestre	18
1.5. Estándares de la Televisión Digital Terrestre (TDT)	19
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT)	21
2.1. Estándares de la Televisión Digital Terrestre	21
2.2. ATSC Advance Television System Committee	21

2.2.1. Generalidades	21
2.2.2. Características técnicas generales	22
2.2.3. Codificación de vídeo	24
2.2.4. Codificación de audio	25
2.2.5. Transmisión	27
2.2.6. Modulación 8T VCB (8 Trellis-Vestigial Side Band).	28
2.2.7. Redes de Frecuencia Única	28
2.2.8. Transmisión y Recepción a portable y móvil	28
2.2.9. Movilidad	29
2.3. DVB-T Digital Video Broadcasting Terrestrial	29
2.3.1. Generalidades	29
2.3.2. Aspectos Técnicos	30
2.3.3. Características de vídeo	30
2.3.4. Características de audio	30
2.3.5. Modulación COFDM	31
2.3.6. Redes Multi-Frecuencia (MFN) y Redes de Frecuencia Única (SFN)	31
2.3.7. Movilidad	32
2.4. ISDB-T Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial y SBTVD-T Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre	32
2.4.1. Generalidades	32
2.4.2. Definición	33
2.4.3. Estructura del estándar ISDB-T	33
2.4.4. Especificación Técnica	33
2.4.5. Transmisión	35
2.4.6. Interacción	35
2.4.7. Interfaces y Cifrado	35
2.4.8. Características del estándar ISDB-T	35
2.4.9. MPEG-2 Tecnología de Codificación de Vídeo y MPEG-AAC Tecnología de Codificación de Audio.	36
2.4.10. MPEG-2 Sistema para Multiplex.	37
2.4.11. Características del sistema de transmisión	37
2.4.12. Intercalación temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)	38

2.4.13. Servicio one-seg	39
2.5. SBTVD-T Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre	39
2.5.1. Antecedentes	39
2.5.2. Descripción del sistema	40
2.5.3. Transmisión jerárquica	40
2.5.4. Tipos de modos de operación	41
2.5.5. Sistema de codificación de vídeo	41
2.5.6. Movilidad y portabilidad	42
2.6. DTMB Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting	42
2.6.1. Generalidades	42
2.6.2. Características técnicas generales	43
2.6.3. Características del vídeo	43
2.6.4. Características del audio	43
2.6.5. Modulación	44
2.6.6. Movilidad	44
CAPÍTULO 3. DIVIDENDO DIGITAL	46
3.1. ¿Qué es el dividendo digital y en qué consiste su liberación?	46
CAPÍTULO 4. COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES	52
4.1. Comparación técnica de los Estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT).	52
4.1.1. Compatibilidad con cable y satélite	54
4.1.2. Movilidad	54
4.1.3. Carga Digital	55
4.1.4. Ancho de Banda	55
4.1.5. Modulacion	55
4.2. Características de los Estándares de Televisión Digital Terrestre	56
4.3. Adopción de los diferentes estándares en el Mundo	61
CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE PARA NICARAGUA.....	66
5.1. Características técnicas	67
5.2. Características de ISDB-TB/SBTVD-T	67

5.3. Aspectos sociales	69
5.4. Aspectos económicos	70
5.5. Principales actores económicos que intervienen en la TDT	70
5.6. Experiencias internacionales	71
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80

Índice de Figuras y Gráficos

Figura I. Televisión analógica..	7
Figura II. Espectro radio eléctrico NTSC.....	8
Figura III. Espectro radio eléctrico PAL.	9
Figura IV. Espectro radio eléctrico SECAM.....	10
Figura V. Televisión digital.....	12
Figura VI. Etapas del estándar ATSC.	22
Figura VII. Sistema de audio.....	26
Figura VIII. Sistema de comprensión de Audio.....	27
Figura IX. Redes de múltiples transmisores.....	28
Figura X. Segmento del espectro de la estructura ISDB-T	34
Figura XI. Bloques Funcionales del Sistema	36
Figura XII. Estructura del Estándar ISDB-T	37
Figura XIII. Sistema de Transmisión en Modo Jerárquico	38
Figura XIV. Sistema General de Transmisión SBTVD-T.....	40
Figura XV. Diagrama en bloques del Sistema de Transmisión SBTVD-T.....	41
Figura XVI. Diagrama del Estándar DTMB	43
Figura XVII. Evolución de las atribuciones.	47
Figura XVIII. Gráfico de Contribución.....	48
Figura XIX. Gráfico de Previsión.	48
Gráfico I. Estados y Territorios de África	61
Gráfico II. Estados y Territorios de Asia.....	62
Gráfico III. Estados y Territorios de Australia y Oceanía.....	62
Gráfico IV. Estados y Territorios de Europa.....	63
Gráfico V. Estados y Territorios de América del Norte.....	63
Gráfico VI. Estados y Territorios de América del Sur	64
Gráfico VII. Estados y Territorios del Mundo	64

Índice de Tablas

Tabla I. Comparación técnica de los estándares de televisión analógica	11
Tabla II. Resolución de la pantalla	24
Tabla III. Perfiles y niveles	25
Tabla IV. Parámetros de Transmisión VSB	27
Tabla V. Distancia Máxima entre transmisores en redes SFN	32
Tabla VI. Compresión de audio y video.....	34
Tabla VII. Comparación técnica.....	52
Tabla VIII. Comparación técnica	54
Tabla IX. Requerimientos en Japón para la Transmisión Terrestre Digital de TV.	67

Índice de Abreviaturas

AB: Ancho de Banda	ISDB-T: Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial
ABC: Agencia Brasileña de Cooperación	ISDB-Tb: Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial Brazilian
ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line	ISO/IEC: International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission
API: Application Programming Interface	ITU: International Telecommunication Union
ARIB: Association of Radio Industries and Businesses	JICA: Agencia de Cooperación de Japón
ATSC: Advanced Televisión Systems Committee	LDMS: Local Multipoint Distribution Service
AVC: Advanced Video Coding	LDPC: Low Density Parity Check
BST-OFDM: Bandwidth Segmented Transmission-Orthogonal Frequency Division Multiplexing	LDTV: Low Definition Television
CA: Conditional Access	LFE: Low frequency enhancement channel
CATV: Community Antenna Television	MFN: Multiple Frequency Network
COFDM: Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing	MMDS: Servicio de Distribución Multicanal Multipunto
dB: Decibel	MPEG: <i>Moving Picture Experts Group</i>
DBS: Direct Broadcast Satellite	MPEG-ACC: <i>Moving Picture Experts Group - Advanced Audio Coding</i>
DiBERG: Digital Broadcasting Experts Group	NTSC: National Televisión System Committee
DMB: Digital Multimedia Broadcasting	OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplex
DTTB: Digital Terrestrial Television Broadcasting	PAL: Phase Alternating Line
DVB: Digital Video Broadcasting	PES: Packet Elementary Stream
DVB-T2: Digital Video Broadcasting – Terrestrial 2	PPV: Pay Per View
EPG: Electronic program guides	QAM: Quadrature amplitude modulation
ETSI: European Telecommunications Standards Institute	QPSK: Quadrature phase-shift keying
FCC: Federal Communications Commission	SBTVD: Sistema Brasileño de Televisión Digital
HDTV: High Definition Television	SDTV: Standard Definition Television
HE-ACC: High-Efficiency - Advanced Audio Coding	SECAM: Sequential Couleur Avec Memoire ó Sequential Color with Memory
IP: Internet Protocol	SFN: Single Frequency Network
ISDB: Integrated Services Digital Broadcasting	STB: Set Top Box
ISDB-C: Integrated Services Digital Broadcasting - Cable	STVA: Sistema de Televisión Abierta
ISDB-S: Integrated Services Digital Broadcasting - Satellite	

TDS-OFDM: Time Domain Synchronous
Orthogonal Frequency Division
Multiplexing
TDT: Televisión Digital Terrestre
TIC's: Tecnologías de Información y
Comunicación
TS: Transport Stream
TSP: Transport Stream Packet

TVD: Television Digital
UHF: Ultra High Frequency
UIT-T: Sector de Normalización de la
Unión Internacional de Telecomunicaciones
VHF: Very High Frequency
VOD: Video On Demand
VSB: Vestigial Side Band

Sociedad de la información es aquella en la cual las tecnologías que facilitan la creación, distribución y manipulación de la información juegan un papel esencial en las actividades sociales, culturales y económicas. La noción de sociedad de la información ha sido inspirada por los programas de desarrollo de los países industrializados y el término ha tenido una connotación más bien política que teórica, pues a menudo se presenta como una aspiración estratégica que permitiría superar el estancamiento social.

En Iberoamérica se lo considera a Pablo Belly como el pionero en introducir el término de Sociedades del Conocimiento en sus libros y en su trabajo con gobiernos y estados de Iberoamérica, según Pablo Belly, "no se debe hacer circular el dinero, lo que se debe hacer circular en las naciones, es el conocimiento, porque es el conocimiento el que genera dinero"¹

El término Sociedad de la Información comenzó a utilizarse en Japón durante los años sesenta, considerándose al autor Yoneji Masuda como divulgador del término, a partir de una obra publicada en 1968. Así, será el autor Manuel Castells quien, de un modo más descriptivo que crítico, examine los caracteres del nuevo paradigma para acuñar no ya la noción de Sociedad de la Información, sino la de era informacional, con Internet como fundamento principal a este nuevo modo de organización social en esferas tan dispares como las relaciones interpersonales, las formas laborales o los modos de construir la identidad propia. Asimismo, la noción de "sociedad de la información" trae consigo una serie de disposiciones históricas que la emparentan con el cambio de mentalidad desde la arcaica a la moderna. En realidad, la sociedad de la información no existe más que en la imaginación de los utópicos tecnológicos, quienes también han soñado la alfabetización mediática como solución a los problemas del mundo. Con las cinco preguntas esenciales del Center For Media Literacy, el mundo podría cambiar. De igual modo, la sociedad de la información lleva inscrito el marchamo libertario de una sociedad más igualitaria y más justa.

VHF (*Very High Frequency*) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz. La televisión, radiodifusión en FM, banda aérea, satélites, comunicaciones entre buques y control de tráfico marítimo. A partir de los 50 MHz encontramos frecuencias asignadas, según los países, a la televisión comercial; son los canales llamados "bajos" del 2 al 13. También hay canales de televisión en UHF.

Entre los 88 y los 108 MHz encontramos frecuencias asignadas a las radios comerciales en Frecuencia Modulada o FM. Se la llama "FM de banda ancha" porque para que el sonido tenga buena calidad, es preciso aumentar el ancho de banda.

Entre los 108 y 136,975 MHz se encuentra la banda aérea usada en aviación. Los radiofaros utilizan las frecuencias entre 108,7 MHz y 117,9 MHz. Las comunicaciones por voz se realizan por arriba de los 118 MHz, utilizando la amplitud modulada.

En 137 MHz encontramos señales de satélites meteorológicos.

Entre 144 y 146 MHz, incluso 148 MHz en la Región 2, encontramos las frecuencias de la banda de 2m de radioaficionados.

Entre 156 MHz y 162 MHz, se encuentra la banda de frecuencias VHF internacional reservada al servicio radio marítimo.

Por encima de esa frecuencia encontramos otros servicios como bomberos, ambulancias y radio-taxis etc.

UHF (siglas del inglés *Ultra High Frequency*, ‘frecuencia ultra alta’) es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica, con una atenuación adicional máxima de 1 dB si existe despejamiento de la primera zona de Fresnel.

Debido a la tecnología utilizada, el nombre se usó en España también para referirse a La 2 de TVE hasta 1990, habiendo caído esta nomenclatura progresivamente en desuso en los últimos años.

Uno de los servicios UHF más conocidos por el público son los canales de televisión tanto locales como nacionales. Según los países, algunos canales ocupan las frecuencias entre algo menos de 470 MHz y unos 862 MHz. Actualmente se usa la banda UHF para emitir la Televisión Digital Terrestre (TDT).

En Estados Unidos y otros países americanos, existe el servicio FRS, que permite a particulares utilizar transmisores portátiles de baja potencia para uso no profesional. Sus equivalentes en Europa son los radiotransmisores de uso personal PMR446.

Los radioaficionados también cuentan con dos bandas UHF:

La banda de 70cm entre los 430 y 440 MHz, y con carácter secundario; es decir, deben compartir las frecuencias con otros servicios y no son prioritarios.

Esos otros servicios pueden ser por ejemplo transmisores de baja potencia para apertura de garajes, repetidoras hogareñas de televisión y dispositivos de comunicación de baja potencia.

La banda de 23cm en 1200 MHz

Históricamente, las primeras frecuencias UHF utilizadas en telefonía móvil en Europa lo fueron alrededor de los 400MHz, (sistema Radiocom 2000 en Francia, sistema NMT en Escandinavia).

Con la llegada de la norma internacional GSM, las frecuencias afectadas en UHF se sitúan alrededor de los 900 MHz.

La norma DCS18010 de telefonía móvil es similar a la GSM, sólo que la frecuencia es doble (1800 MHz). Por esa misma razón el alcance es algo inferior, pero también existe más espectro para los clientes y la denegación de conexión por falta de canales en zonas altamente pobladas es menos frecuente.

En las regiones 2 (América) y 3 (Asia y el Pacífico Sur) de la UIT, la norma GSM se llama PCS1900 y la frecuencia afectada es la de 1900 MHz.

HDTV (siglas en inglés de *High Definition Television*) es uno de los formatos que, junto a la televisión digital (DTV), se caracterizan por emitir señales televisivas en una calidad digital superior a los sistemas tradicionales analógicos de televisión en color (NTSC, SECAM, PAL).

Anteriormente el término se aplicaba a los estándares de televisión desarrollados en la década de 1930 para reemplazar a los modelos de prueba. También se usó para referirse a modelos anteriores de alta definición, particularmente en Europa, llamados D2 Mac, y HD Mac, pero que no pudieron implantarse ampliamente.

Los términos HD ready ("listo para alta definición") y compatible HD ("compatible con alta definición") están siendo usados con propósitos publicitarios. Estos términos indican que el dispositivo electrónico que lo posee, ya sea un televisor o un proyector de imágenes, es capaz de reproducir señales en Alta Definición; aunque el hecho de que sea compatible con contenidos en esta norma no implica que el dispositivo sea de alta definición o tenga la resolución necesaria, tal y como pasa con algunos televisores basados en tecnología de plasma con menos definición vertical que televisores de años atrás (833x480 en vez de los 720x576 píxeles -anamórficos equivalen a 940x576-), los cuales son compatibles con señales en alta definición porque reducen la resolución de la imagen para adaptarse a la resolución real de la pantalla.

HDTV tiene por lo menos el doble de resolución que el SDTV, razón por la cual se puede mostrar mucho más detalle en comparación a un televisor analógico o un DVD normal. Además, los estándares técnicos para transmitir HDTV permiten que se proyecte utilizando una relación de aspecto de 16:9 sin utilizar franjas de colores y por lo tanto se puede incrementar la resolución del contenido.

SDTV (en inglés *Standard Definition Television*) es la señal de televisión que no se puede considerar señal de alta definición (HDTV), ni señal de televisión de definición mejorada (EDTV).

Es la resolución de vídeo dominante desde el origen de la televisión hasta la aparición de la alta definición. El sistema está alrededor de una resolución de 500 líneas horizontales. PAL funciona con una resolución de 720×576, mientras que NTSC proporciona 720×480. Utiliza una velocidad entre 25 hasta los 29,97 cuadros por segundo en NTSC, y de 25 para formato PAL.

Hasta la aparición de los sistemas digitales, SDTV solo tenía un significado, pero actualmente se usa para referirse a dos sistemas de codificación digital y envío de señales de vídeo:

- Por un lado SDTV se usa por denominar las señales analógicas de 480 líneas (NTSC) o 576 (PAL y SECAM) y que han sido los estándares mayoritarios en los últimos 50 años. Su relación de aspecto siempre es de 4:3, mientras que la exploración es entrelazada.
- Por otro lado, SDTV también se usa genéricamente por referirse a señales de televisión, analógicas o digitales, que tienen una calidad equivalente a la SDTV analógica. Así de los formatos como VCD, VHS, Beta o SVCD con calidades parecidas a la televisión analógica, también a menudo se dice que tienen una calidad SDTV. En este caso, la exploración puede ser progresiva en sistemas de poca resolución o entrelazada si llega a las 480 o 576 líneas. La relación de aspecto habitualmente es de 4:3 aun cuando también puede ser de 16:9.

Debido a la utilización del acrónimo SDTV para referirse a todo tipo de sistemas que no son HDTV, es habitual la confusión de los términos y clasificar sistemas EDTV como el DVD en el grupo de SDTV.

LDTV la televisión de baja definición se refiere a los sistemas de televisión que tienen una menor resolución de la pantalla de televisión de definición estándar sistemas. El término se utiliza generalmente en referencia a la televisión digital, en particular cuando la difusión al mismo (o similar) de resolución como la baja definición de TV analógica sistemas. DTV móvil sistemas generalmente transmiten en baja definición, al igual que todos los de televisión lento-scan sistemas.

VSB la modulación de banda lateral vestigial (en inglés *Vestigial Side Band* (VSB)), es un tipo de modulación analógica lineal que consiste en filtrar parcialmente una de las dos bandas laterales resultantes de una modulación en doble banda lateral o de una modulación de amplitud.

Esta técnica se utiliza en la transmisión de la componente de luminancia en los sistemas PAL, SECAM y NTSC de televisión a color analógica. La banda lateral que es parcialmente filtrada constituye un vestigio de la banda lateral original y porta habitualmente del 5% al 10% de la potencia total transmitida, mejorando la relación señal a ruido en las bajas frecuencias de la señal moduladora.

Las principales ventajas de este sistema son:

Reducido el ancho de banda con respecto a la modulación en amplitud de Doble Banda Lateral (DSB-LC)

Uso de demoduladores síncronos de modulación en amplitud para la demodulación.

No requiere de filtros con características tan abruptas de respuesta en frecuencia.

8VSB es el método de modulación utilizado para su difusión en el ATSC. ATSC y 8VSB modulación se utiliza principalmente en América del Norte; En contraste, el estándar DVB-T usa COFDM.

Un método de modulación especifica cómo fluctúa la señal de radio para transmitir información. ATSC y DVB-T especifica la modulación utilizados para la televisión digital a través del aire; En comparación, QAM es el método de modulación utilizado para cable. Las especificaciones para un televisor con canales de cable, entonces, podrían indicar que apoya 8VSB (para la TV abierta) y QAM (para TV por cable).

VSB es un método de modulación que intenta eliminar la redundancia espectral de modulación por amplitud de pulsos señales (PAM). La modulación de una portadora por una secuencia de datos de valor real se traduce en una suma y una diferencia de frecuencia, dando lugar a dos bandas laterales de soporte simétrico. La simetría significa que una de las bandas laterales es redundante, por lo que la eliminación de una banda lateral todavía permite para la demodulación. Como filtros con ancho de banda de transición cero no se pueden realizar, el filtrado implementado deja un vestigio de la banda lateral redundante, de ahí el nombre "VSB".

Multicasting (Multidifusion) es el envío de la información en múltiples redes a múltiples destinos simultáneamente.

Antes del envío de la información, deben establecerse una serie de parámetros. Para poder recibirla, es necesario establecer lo que se denomina "grupo *multicast*". Ese grupo *multicast* tiene asociado una dirección de internet. La versión actual del protocolo de internet, conocida como IPv4, reserva las direcciones de tipo D para la multidifusión. Las direcciones IP tienen 32 bits, y las de tipo D son aquellas en las cuales los 4 bits más significativos son '1110' (224.0.0.0 a 239.255.255.255)

Datacasting (radiodifusión de datos) es la radiodifusión de datos en una amplia zona a través de ondas de radio. Con mayor frecuencia se refiere a suplementario la información enviada por las estaciones de televisión, junto con la televisión digital, pero también se puede aplicar a digitales de señales de televisión analógica o de radio. Por lo general, no se aplica a los datos, que es inherente al medio, como PSIP datos que define canales virtuales para DTV o satélite de transmisión directa de sistemas; o para cosas como módem de cable o módem satelital, que utilizan un canal totalmente independiente para los datos.

Datacasting menudo proporciona noticias, tiempo, tráfico, mercado de valores, y otra información que puede o no puede estar relacionado con el programa [s] se realiza con. También puede ser interactivo, como juegos, ir de compras, o la educación. Una guía electrónica de programas generalmente se incluye, aunque esto se extiende la definición algo, ya que esto se considera a menudo inherente a la norma de radiodifusión digital.

Los ATSC, DVB y ISDB normas permiten banda ancha difusión de datos a través de la televisión digital, a pesar de que no definen necesariamente cómo. El *overscan* y VBI se utilizan para la televisión analógica, para anchos de banda moderada y baja (incluyendo subtítulos en el VBI), respectivamente. *DirectBand* y RDS / RBDS son medianas y estrechas subportadoras utilizadas para la radio FM analógica. Los EUREKA 147 y HD Radio normas tanto permiten la difusión de datos sobre la radio digital, la definición de algunos conceptos básicos, sino también teniendo en cuenta la expansión posterior.

El término IP *Datacasting* (PIDC) se usa en DVB-H para los elementos técnicos necesarios para enviar IP paquetes a través de DVB-H de banda ancha canal descendente combinado con un canal de retorno a través de una red de comunicaciones móviles tales como GPRS o UMTS. El conjunto de especificaciones para IP *Datacast* (fase 1) fue aprobado por el proyecto DVB en octubre de 2005.

Dolby Digital es el nombre comercial para una serie de tecnologías de compresión de audio desarrollado por los Laboratorios Dolby.

AC-3, es la versión más común que contiene hasta un total de 6 canales de audio, con 5 canales de ancho de banda completa de 20 Hz - 20 kHz para los altavoces de rango-normal (frente derecho, centro, frente izquierdo, parte posterior derecha y parte posterior izquierda) y un canal de salida exclusivo para los sonidos de baja frecuencia conocida como *Low Frequency Effect*, o subwoofer. El formato Digital Dolby soporta también el uso de Mono y Stereo.

Este codec tiene varios alias, que son diversos nombres para el mismo codec:

- Dolby Digital (nombre promocional, no aceptado por la ATSC)
- DD (una abreviatura de lo antedicho, combinada a menudo con el número de canales: DD 5.1)
- Dolby Surround AC-3 Digital (segundo nombre promocional, como se veía en algunas películas, y en los equipos de audio casero hasta cerca de 1995)
- Dolby Stereo Digital (primer nombre promocional, según lo visto en los primeros lanzamientos, también visto en el Disco Laser de la película True Lies)
- Dolby SR-Digital (cuando la grabación incorpora un formato de grabación Dolby SR para la compatibilidad)

- SR-D (abreviatura de lo antes dicho)
- Adaptive Transform Coder 3. Se relaciona con el formato de Bitstream de Dolby Digital. No confundir con Adaptive Transform Acoustic Coding 3, o ATRAC3, que es un formato distinto desarrollado por Sony.
- AC-3 (abreviatura de lo antes dicho)
- Audio Codec 3, Advanced Codec, Acoustic Codec 3.
- ATSC A/52 (el nombre del estándar, la versión actual es A/52 Rev.

El AC-3 es uno de los formatos denominados de compresión perceptual. Lo que hace, básicamente, es eliminar todas las partes del sonido original, codificado analógicamente, que no pueda ser percibido por el oído humano. De ésta forma, se logra que la misma información sea de menor tamaño y por lo tanto ocupe mucho menos espacio físico.

Una vez lograda la compresión de la onda original, se puede añadir más información que antes no era posible.

Durante la codificación en AC-3, se pasa por unas etapas sucesivas. De todo el audio (onda original) escogemos un trozo definido. El proceso se va repitiendo hasta acabar con la onda, que se va transformando de forma secuencial.

Se filtra el denominado canal de baja frecuencia, LFE (low-frequency effects). La frecuencia límite es de 120 Hz.

QPSK este esquema de modulación es conocido también como **Quaternary PSK** (PSK Cuaternaria), **Quadrphase PSK** (PSK Cuadrafásica) o 4-QAM, pese a las diferencias existentes entre QAM y QPSK. Esta modulación digital es representada en el diagrama de constelación por cuatro puntos equidistantes del origen de coordenadas. Con cuatro fases, QPSK puede codificar dos bits por cada símbolo. La asignación de bits a cada símbolo suele hacerse mediante el código Gray, que consiste en que, entre dos símbolos adyacentes, los símbolos solo se diferencian en 1 bit, con lo que se logra minimizar la tasa de bits erróneos.

El análisis matemático muestra que un sistema QPSK puede usarse tanto para duplicar la tasa de datos, en comparación con otro BPSK mientras se mantiene el ancho de banda de la señal o para mantener la tasas de datos de BPSK sin dividir a la mitad el ancho de banda. En este último caso, la tasa de errores de bit (BER) es exactamente igual para ambas modulaciones, lo que puede originar confusiones al describirlas y considerarlas.

Respecto a un ancho de banda predeterminado, la ventaja de QPSK sobre BPSK está que con el primero se transmite el doble de la velocidad de datos en un ancho de banda determinado en comparación con BPSK, usando la misma tasa de error. Como contraparte, los transmisores y

receptores QPSK son más complicados que los de BPSK, aunque con las modernas tecnologías electrónicas, el costo es muy moderado.

Como ocurre con BPSK, hay problemas de ambigüedad de fase en el extremo receptor, y a menudo se utiliza QPSK codificado en forma diferencial en la práctica.

QAM Digital, conocida también como QAM Cuantizada (de la expresión inglesa *Quantized QAM*),⁴ se basa en los principios de su similar analógica, con la diferencia de que tiene como entrada un flujo de datos binarios, el cual es dividido en grupos de tantos bits como se requieran para generar N estados de modulación, de allí que se hable de N-QAM. Por ejemplo, en 8-QAM, cada tres bits de entrada, que proporcionan ocho valores posibles (0-7), se alteran la fase y la amplitud de la portadora para derivar ocho estados de modulación únicos.⁵ En general, en N-QAM, cada grupo de m-bits genera estados de modulación.

Para representar los estados de modulación posibles en los distintos tipos de modulación digital, como la QAM Cuantizada, se utiliza el llamado diagrama de constelación en analogía con la astronomía. Los puntos de la "constelación" están uniformemente dispuestos en una rejilla cuadrada con igual separación vertical y horizontal, aunque son posibles otras configuraciones. Puesto que en las telecomunicaciones digitales los datos son binarios, el número de puntos del diagrama es normalmente una potencia de 2. Ya que el número de estados de modulación en QAM es generalmente un número cuadrado, las formas más comunes son de 16-QAM, 64-QAM y 256-QAM. Al cambiar a una constelación de orden superior, es posible transmitir más bits por símbolo. Sin embargo, si la "energía promedio" de la constelación sigue siendo la misma, los puntos deben estar más cercanos y son por lo tanto más susceptibles al ruido y la distorsión, lo que resulta en una tasa de bits de error más alta y así la QAM de orden superior puede ofrecer más datos menos confiables que la QAM de orden inferior.

Si son necesarias velocidades de datos más allá de los valores ofrecidos en el esquema de modulación 8-PSK, lo más usual es cambiar a la modulación QAM ya que se obtiene una mayor distancia entre puntos adyacentes en el plano I-Q mediante la distribución de los puntos de manera más uniforme. Una desventaja, en este caso, es que los puntos ya no son todos de la misma amplitud, de modo que el demodulador debe correctamente detectar tanto la fase como la amplitud.

Los modos 64-QAM y 256-QAM se utilizan a menudo en la televisión digital terrestre y por cable y los módems de cable. En los Estados Unidos, estos son los esquemas de modulación digital obligatorios para televisión por cable aprobados por SCTE en la norma ANSI/SCTE 07 2000.⁶ La norma europea de televisión digital terrestre DVB-T utiliza las modulaciones 16-QAM y 64-QAM al igual que las normas ISDB-T y ISDB-Tb, también conocida como SBTVD. La modulación de 256-QAM está prevista en el Reino Unido para la televisión en alta definición.

Los sistemas de comunicación diseñados para alcanzar niveles muy altos de eficiencia espectral suelen emplear constelaciones QAM muy densas. Por ejemplo, los dispositivos actuales de 500 Mbps para comunicación por cables de energía eléctrica usan las modulaciones 1024-QAM y 4096-QAM, así como los dispositivos bajo el futuro estándar de ITU-T denominado G.hn para redes sobre el cableado existente en casa (cable coaxial, líneas telefónicas y líneas eléctricas). Otro ejemplo, es la tecnología VDSL2 de pares de cobre trenzado, cuya constelación tiene un tamaño que abarca hasta los 32.768 puntos, que equivale al esquema de 15-QAM.

BST-OFDM la transmisión de división de frecuencia ortogonal multiplexación banda segmentada (BST-OFDM) sistema propuesto para Japón (en el ISDB-T, ISDB-TSB y ISDB-C sistemas de radiodifusión) mejora en COFDM explotando el hecho de que algunas portadoras OFDM pueden modularse diferente a los demás dentro de un mismo múltiplex. Algunas formas de COFDM ya ofrecen este tipo de modulación jerárquica, aunque BST-OFDM está destinado para hacerla más flexible. El canal de televisión de 6 MHz por lo que puede ser "segmentado", con diferentes segmentos que se modulan de forma diferente y se utiliza para diferentes servicios.

Es posible, por ejemplo, para enviar un servicio de audio en un segmento que incluye un segmento compuesto de un número de portadoras, un servicio de datos en otro segmento y un servicio de televisión en otro segmento, todo dentro del mismo canal de televisión de 6 MHz. Por otra parte, estos pueden ser moduladas con diferentes parámetros de manera que, por ejemplo, los servicios de audio y de datos podrían ser optimizados para la recepción móvil, mientras que el servicio de televisión está optimizado para la recepción fija en un entorno de alta multitrayectoria.

INTRODUCCIÓN

La transmisión de las señales de televisión a nivel internacional ha iniciado uno de los procesos de transición tecnológica más importantes desde sus comienzos, hace más de medio siglo. Este proceso consiste en la transición de la Televisión Analógica, hacia un nuevo modelo de Televisión Digital, que permite una gran cantidad de canales, recepción de calidad, recepción portátil y en movimiento, programas y servicios multimedia, servicios interactivos, mejor calidad de imagen y sonido. Además, optimiza el uso del espectro radio eléctrico y terminales inteligentes. Este proceso no es nada sencillo, todo lo contrario, es un proceso complejo, a largo plazo, el cual requiere de una acertada planificación, ya que implica profundos cambios en la industria de la radio difusión, en el marco legal, en la sociedad, en el medio ambiente, entre otros. Por tanto, se necesita de cuantiosas inversiones por parte de la industria, del Estado y del público televidente.

Los países de Latinoamérica en su gran mayoría han iniciado el proceso de establecer las bases para la migración hacia la Televisión Digital Terrestre (TDT). Nicaragua es el único país centroamericano que aún se encuentran en la fase de estudio para determinar el estándar de Televisión Digital Terrestre que debe adoptar para iniciar su proceso de migración de la televisión analógica a la digital terrestre. Esto significa que nuestro país está atrasado en el proceso de transición tecnológica mundial, por lo tanto, es una necesidad imperativa iniciar dicho proceso lo más pronto posible. [1] El proceso de transición a la TV digital en América se inicia a mediados de la década del 90'. Actualmente compiten a nivel internacional cuatro estándares: ATSC (Advanced Television System Committee) de Estados Unidos, DVB (Digital Video Broadcasting) en Europa, ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) desarrollada en Japón y el Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD), una variante del ISDB-Japonés desarrollada en Brasil.

Como se mencionó antes, Nicaragua es el único país centroamericano, que aún no tiene definido un estándar de Televisión Digital Terrestre TDT, ni un estudio técnico que respalde una propuesta para este cambio, lo cual nos motivó a realizar este trabajo monográfico titulado: **“Propuesta del Estándar de Televisión Digital TDT para Nicaragua”**.

A continuación se presenta un panorama de la situación de algunos países de América, destacando los casos donde han asumido oficialmente la norma TDT.

Los países centroamericanos: El Salvador y Honduras, tienen el estándar que será adaptado, pero, aún no tienen fecha para iniciar la transmisión digital. Guatemala y Costa Rica, tienen definido un estándar para el proceso de digitalización, pero, no han empezado la transmisión digital, sin embargo, ya tienen fecha propuesta para el inicio de ésta. Panamá, empezó a transmitir en

formato digital a partir del 2010. Los países de América del Sur: Brasil, Argentina, Chile, Perú, Venezuela y Uruguay, tienen elegido un estándar de TDT, pero, no tienen fecha para el apagón analógico, mientras que México, Colombia, Ecuador y Paraguay, además de tener un estándar elegido, tienen fecha aproximada para el encendido Digital. Estados Unidos finalizó las transmisiones de televisión analógica, el 17 de febrero de 2009. Canadá tiene definido el estándar que adoptará, pero, no tiene fecha para el apagón analógico. [1]

El documento muestra un estudio técnico de las características que poseen los diferentes estándares de Televisión Digital Terrestre, las ventajas y desventajas que cada uno de ellos. El trabajo esta estructura de tal manera que el lector en un principio conozca un poco sobre la historia de la televisión analógica, y como ha venido evolucionando en Nicaragua.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Presentar una propuesta del estándar de Televisión Digital Terrestre (TDT), que pueda implementarse en Nicaragua, con base en un estudio comparativo.

Objetivos Específicos:

- Evaluar las condiciones de infraestructura del país para la introducción de un estándar.
- Analizar los estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT) principales existentes.
- Clasificar las características técnicas de los diferentes Estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT).
- Comparar las características técnicas de cada Estándar de Televisión Digital Terrestre (TDT).
- Identificar cuál es el mejor estándar de Televisión Digital Terrestre, según sus características técnicas y aspectos sociales, culturales y económicos.

JUSTIFICACIÓN

En Latinoamérica se ha percibido una fuerte tendencia para acelerar la migración de la televisión analógica a la televisión digital. De manera que, la mayoría de estos países han iniciado los procesos para definir el estándar y la fecha de transición. Nicaragua, un país en desarrollo con problemas de diferentes índoles; sociales, económicos, políticos, entre otros, no se puede quedar atrás, es necesario hacer esfuerzos e inversiones para mejorar la tecnología, entonces, es urgente definir técnicamente cuál es el estándar más adecuado para Nicaragua, y a partir de éste presentar una propuesta.

Esta situación, nos motivó como estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a seleccionar como tema de trabajo de fin de carrera: “Propuesta del Estándar de Televisión Digital Terrestre (TDT) para Nicaragua”, cuyo objetivo es proponer un Estándar que pueda implementarse en nuestro país, basado en un estudio analítico de los aspectos tecnológicos y las condiciones técnicas actuales, que deben considerarse para la introducción del servicio de Televisión Digital Terrestre (TDT), según las experiencias de los diferentes países de América. Es importante destacar, que en todo proceso de evolución tecnológica, las pequeñas decisiones tomadas al inicio del proceso de transición van paso a paso, delimitando el modo de implementación de la nueva tecnología, y en definitiva demarcan la estructura futura del sector. Por ello, es necesario discutir desde ahora y con tiempo cuál es el estándar adecuado para Nicaragua, y de esta manera, definir el inicio de la migración hacia la Televisión Digital Terrestre.

Los resultados de este estudio investigativo constituyen un pequeño aporte para el inicio del proceso de migración de la Televisión Analógica a la Televisión Digital Terrestre en Nicaragua.

Capítulo 1

Generalidades de la Televisión

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA TELEVISIÓN

1.1. La Televisión en Nicaragua

1.1.1. Reseña histórica

En 1956, Anastasio Somoza García, compró la primera planta de televisión que operó en Nicaragua, con un pequeño transmisor de un tercio de kilovatio y una antena instalada en la azotea del edificio de cuatro pisos del Diario Novedades ubicado en la Avenida Roosevelt de Managua.

El 18 de julio de 1956 se realizó la primera transmisión en vivo del primer canal de TV en Nicaragua. El propulsor de la televisión nacional es Anastasio Somoza García. La primera televisión es instalada por ingenieros norteamericanos y técnicos de radio.

La instalación del primer canal de televisión costó 165 mil dólares y el transmisor tenía 100 watts de potencia cubriendo 20 kilómetros en línea recta. En el primer canal de TV, utilizaron cámaras Ortycom, con lentes de 25, 75 y 150 milímetros.

El gerente del canal 8, Dr. Luis Felipe Hidalgo, realizó los primeros comentarios en vivo a través de un televisor en blanco y negro.

En 1960, Luis Somoza crea código de Radio y Televisión a través del cual se controla todo lo que se puede y no decir en los medios.

En 1962, la Televisión de Nicaragua Canal 6, se registra el 17 de enero bajo una sociedad anónima cuyos accionistas son Salvadora Debayle Sevilla, Lilliam Somoza y los coroneles Luis y Anastasio Somoza.

En 1963, Nicolás López Maltez, quien retornaba de México con los primeros equipos para la producción de películas de noticias en formato de 16 mm sin sonido, firmó un contrato con Canal 8 para la producción y transmisión del primer noticiario televisado (TELEPRENSA).

El 12 de agosto de 1965, se fundó el Canal 12 propiedad de Santiago González.

El 17 de marzo de 1966, se fundó Televisión de Nicaragua, Canal 2, propiedad de Octavio Sacasa Sarria.

En 1970, la transmisión de las televisoras fue más sistemática y durante esta época también se cambian al sistema Videotape y sistema a color. Sale al aire Canal 4 con la denominación TELECADENA NICARAGÜENSE TCN-TV con 6 kilowatts de potencia y estaba adjudicado a Oleoductos de Nicaragua S.A, propiedad de Anastasio Somoza Debayle.

En 1979, con el triunfo de la Revolución Popular Sandinista, que derroco al gobierno Somocista, se crea un monopolio televisivo. A inicios de 1980, se confiscó el Canal 2 a la familia Sacasa y a través del decreto 1338 se crea el Sistema Sandinista de Televisión, en febrero de 1984.

En 1990, es el punto de partida de la introducción de nuevas tecnologías en los medios de comunicación nicaragüenses, especialmente en el campo audiovisual y del entretenimiento, la televisión.

En 1990, el canal 2 vuelve a sus antiguos dueños, Octavio Sacasa Rascovsky Y Martha Pasos. Con el surgimiento de 7 canales televisivos se produce el mayor impulso de crecimiento en el campo televisivo. [2]

1.2. Introducción a la Televisión Analógica

La televisión analógica permite la radiodifusión unilateral de programas de televisión, los mismos que son destinados al público en general a partir de una estación difusa ubicada en tierra.

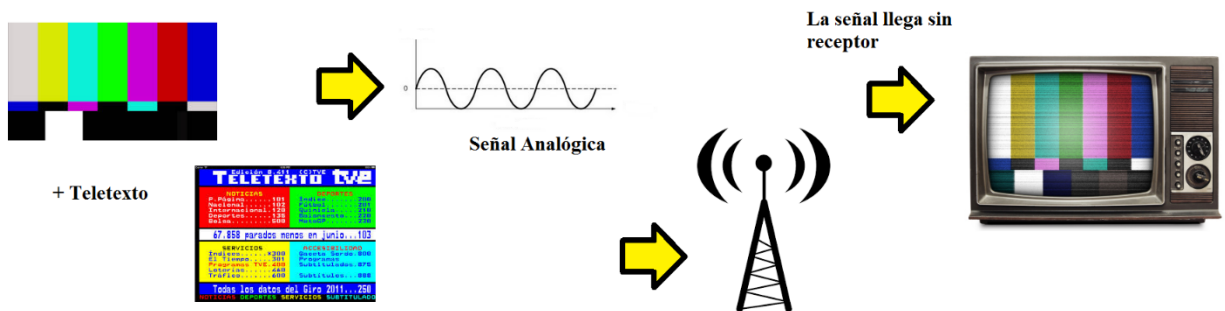


Figura I. Televisión analógica: Un programa por canal. Teletexto como servicio interactivo.

La figura I muestra cómo se lleva a cabo la transmisión de un solo programa por canal. El programa es convertido a una señal análoga y es distribuido al público mediante un transmisor, se observa que la señal análoga logra llegar al medio sin receptor.

Estándares de la Televisión Analógica

Entre los sistemas de televisión analógicos a color vigentes en la actualidad tenemos los siguientes:

- Sistema NTSC (National Television System Committee).
- Sistema PAL (Phase Alternating Line).
- Sistema SECAM (Sequential Couleur Avec Memoire or Sequential Color with Memory).

1.2.1. Sistema NTSC

National Television System Committee o Comité Nacional de Sistemas de Televisión fue fundado en los Estados Unidos en el año de 1940, su objetivo primordial es estudiar y emitir recomendaciones acerca de los aspectos técnicos de la televisión, es muy utilizado en varios países de América (incluido Ecuador) y en Japón. [3]

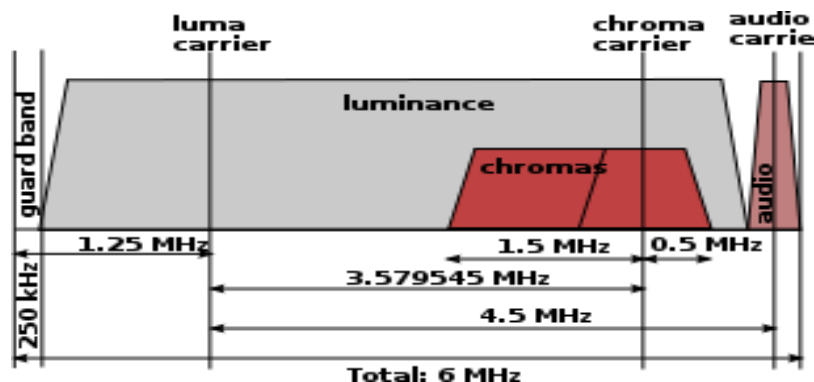


Figura II. Espectro radio eléctrico de un canal de televisión con NTSC.

En la figura II se observa que el ancho de banda que ocupa un canal es de 6MHz. Esto es debido a que la portadora de video está a 1.25MHz por encima del límite inferior del canal, la portadora de color está a 3.579545MHz sobre la portadora de video y la portadora de audio está a 4.5MHz sobre la portadora de video.

Ventajas:

- Reducción de parpadeos.
- Posibilidad de edición en cualquier punto límite de los campos sin distorsiones de color.
- Reducción de claridad en pantallas largas.

Desventajas:

- Deficiencias de luminancia.
- Degradación de la señal.
- Degradación de la calidad de vídeo.
- Deficiencias de cobertura.
- Interferencias.

1.2.2. Sistema PAL

Phase Alternating Line o línea alternada en fase es un estándar europeo desarrollado en la empresa Telefunken por el Dr. Walter Bruch. Este sistema apareció para reducir los errores de

fase del sistema NTSC, es utilizado en gran parte de Europa al igual que en algunos países de África, Asia, Oceanía (Australia) y en ciertos países latinoamericanos (Argentina). [4]

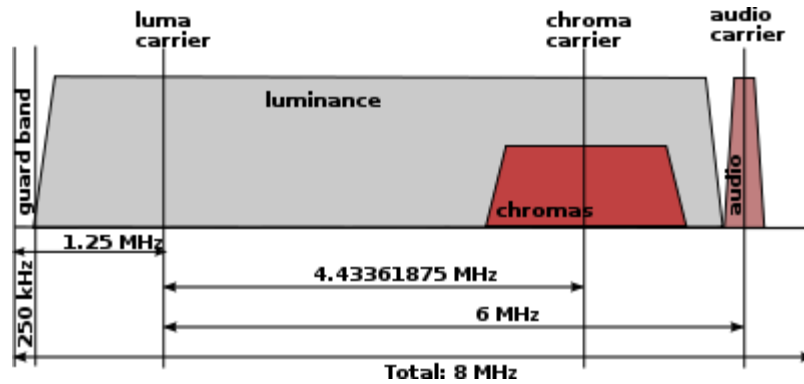


Figura III. Espectro radio eléctrico de un canal de televisión con PAL.

En la figura III se observa que el ancho de banda que ocupa un canal es de 8MHz. Esto es debido a que la portadora de video está a 1.25MHz por encima del límite inferior del canal, la portadora de color está a 4.5336MHz sobre la portadora de video y la portadora de audio está a 6MHz sobre la portadora de video.

Ventajas:

- Mejor detalle en las imágenes.
- Mayor ancho de banda en señal de crominancia.
- Corrección de errores de fase.
- Mayor nivel de contraste.

Desventajas:

- Parpadeo más notable.
- Pérdida de la precisión del color.

1.2.3. Sistema SECAM

Sequential Couleur Avec Memoire, Sequential Color with Memory o Color Secuencial con Memoria es un estándar francés desarrollado por Henry de France en 1958. En la actualidad este sistema se utiliza únicamente para la transmisión de la televisión analógica en Francia. Cabe acotar que el estándar francés fue la primera norma de televisión a color en Europa. [5]

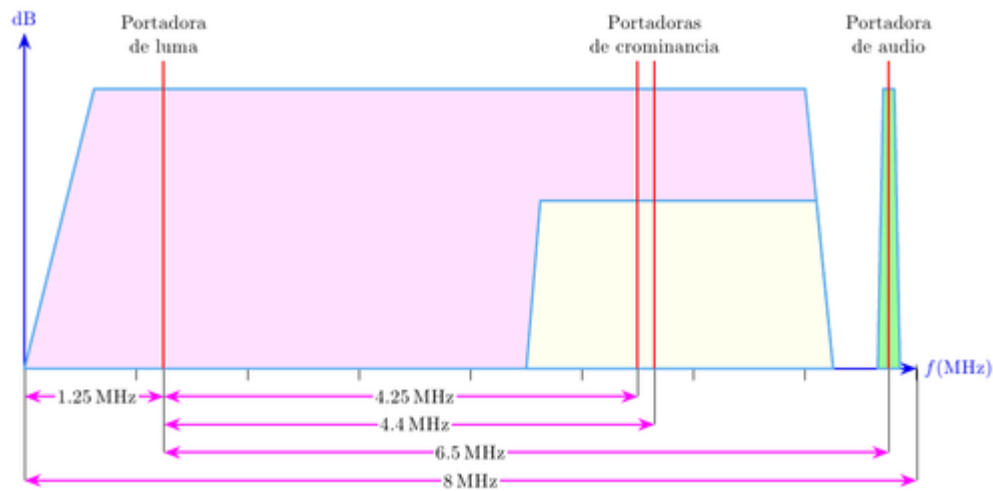


Figura IV. Espectro radio eléctrico de un canal de televisión con SECAM.

En la figura IV se observa que el ancho de banda que ocupa un canal es de 8MHz. Esto es debido a que la portadora de video está a 1.25MHz por encima del límite inferior del canal, la portadora de color está a 4.4 MHz sobre la portadora de video y la portadora de audio está a 6.5 MHz sobre la portadora de video.

Ventajas:

- Colores estables y constantes en saturación.
- Mayor número de líneas de exploración.

Desventajas:

- Menor ancho de banda de la señal monocromática.
- Incompatibilidad entre diferentes versiones de SECAM.

1.2.4. Características Técnicas de los estándares de televisión analógica

En la siguiente tabla se muestra las características técnicas de los estándares de televisión analógica.

	NTSC	PAL	SECAM
Lines/Field	525/60	625/50	625/50
Horizontal Line Rate	15734 Hz	15625 Hz	15625 Hz
Vertical Field Rate	59.94 Hz	50.0 Hz	50.0 Hz
Chrominance Carrier	3.579545 MHz	4.433618 MHz	Above
Video Bandwidth	4.2 Mhz	5.5 MHz	5.0 Mhz
Audio Carrier	4.5 MHz	6.0 Mhz	5.5 Mhz
Channel Bandwidth	6 Mhz	8 Mhz	7&8 MHz (B&R)
Blanking Setup (Front Porch)	7.5 IRE	0.0 IRE	0.0 IRE

Tabla I. Comparación técnica de los estándares de televisión analógica

1.3. Televisión Digital

1.3.1. Introducción

La implantación de la Televisión Digital Terrestre constituye no sólo una mejora de la transmisión de las señales de televisión, sino que está llamada a constituir un hecho de especial importancia económica, social y cultural al ofrecer nuevos servicios, canales y contenidos, abriendo las puertas de la era digital a los numerosos hogares que hasta ahora se han mantenido al margen del desarrollo de la Sociedad de la Información. Así, la Televisión Digital Terrestre (TDT), como elemento clave en el progreso de la televisión terrestre, debe continuar y profundizar el hilo lógico que hereda de la televisión analógica y llevarlo más allá, para llegar a ser una más de las tecnologías que brindan un impulso al desarrollo de la Sociedad. Para llevar a buen puerto este cometido, será necesario:

- El desarrollo de contenidos atractivos, útiles y diferenciales que atraigan al público y le inviten a disfrutar de la nueva tecnología.
- El desarrollo de una infraestructura nacional que permita la transmisión de las señales digitales.
- La adopción del equipamiento digital por los consumidores para poder acceder a la nueva oferta y servicios.

La digitalización de la TV terrestre permitirá ofrecer servicios avanzados que hasta ahora estaban reservados para otras tecnologías, al disponer de un número mayor de canales del que ofrece la TV analógica, al incrementar la calidad de la emisión donde las estaciones de TV están en

capacidad de ofrecer programas con una mejor calidad de imagen y sonido envolvente, permitiendo interactividad con el usuario y mejor optimización en el uso del espectro radioeléctrico, pero los servicios no se quedan ahí, sino que también se van a abrir las puertas a la futura introducción de aplicaciones hasta ahora inimaginables, como la recepción móvil de televisión, la interactividad, la televisión a la carta o los servicios multimedia tan de moda hoy en día con la explosión de Internet.

1.3.2. Definición de Televisión Digital

La televisión digital es la difusión de las señales de televisión con la más alta tecnología digital para poder transmitir de manera optimizada imágenes y sonidos con la mejor calidad permitiendo de esta forma ofrecer a los televidentes mayores servicios interactivos y de acceso a la información. En la actualidad la televisión digital cuenta con diferentes tecnologías para su acceso, dentro de las cuales se puede citar lo siguiente:

- Televisión digital por medio de ondas terrestres (TDT).
- Televisión digital por cable.
- Televisión digital satelital.
- Televisión digital por ADSL.
- Televisión digital por medio de dispositivos móviles.
- Televisión Digital Terrestre (TDT)

La televisión digital terrestre (TDT) es el conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imágenes y sonido por medio de ondas hertzianas terrestres que viajan por la atmósfera y se reciben mediante antenas VHF, UHF.

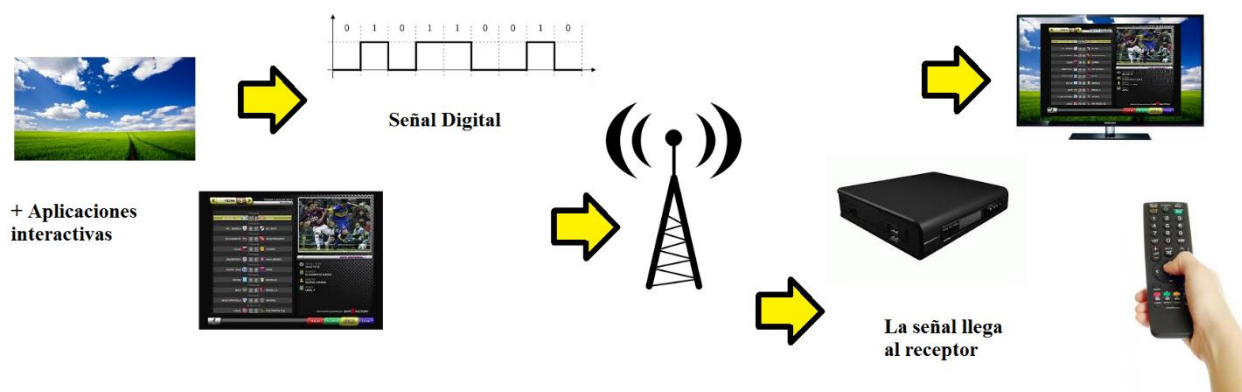


Figura V. Televisión digital: Hasta 4 programas por canal. MHP como servicio interactivo

En la televisión analógica los parámetros de la imagen y del sonido se representan por las magnitudes analógicas de una señal eléctrica, en donde el transporte de esta señal analógica a los

hogares ocupa mucho recurso. En la televisión digital estos parámetros analógicos se representan a través de señales digitales en código binario, es decir usando los dígitos “1” y “0”. El proceso de digitalización de una señal analógica lo realiza el conversor analógico/digital, el cual se encarga de comprimir la señal, almacenarla y transportarla con un mínimo uso de recursos sin degradar la calidad del video ni del audio.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6 MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica, pero debido a la utilización de técnicas de comprensión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición “HDTV” (gran calidad de imagen y sonido) a cuatro programas con calidad técnica similar a la actual “SDTV”.

Se puede decir que la televisión digital terrestre conserva ciertos aspectos existentes en la televisión analógica; como ejemplo se tiene las bandas de frecuencia VHF y UHF, estas se las puede utilizar para la TDT y son las mismas que se emplean en la televisión analógica, por tanto la TDT combina la televisión digital con la transmisión terrestre emitiéndose por los canales de transmisión de la televisión convencional analógica.

Se puede decir que la televisión digital terrestre brinda una serie de beneficios:

- Recepción de alta calidad
- Recepción portátil y en movimiento
- Usar redes únicas de frecuencia
- Menor potencia de transmisión
- Mayor oferta de programas y servicios multimedia
- Mejor calidad de imagen y sonido
- Realismo mayor de los contenidos
- Se visualiza un formato panorámico de 16:9
- Se puede ofrecer un sonido multicanal, que permite conseguir el efecto de sonido empleado en las salas de cine. Aparte, estos canales podrían emplearse para transmitir diferentes idiomas con el mismo programa de vídeo.
- El televisor pasará a convertirse en un terminal multimedia que podrá admitir datos procedentes de los servicios de telecomunicaciones, suministrando servicios de valor añadido como correo electrónico, cotizaciones de bolsa, video-teléfono, guías electrónicas de programas (EPG), vídeo bajo demanda, pay per view, teletexto avanzado, banco en casa, tienda en casa, etc.
- Facilita los servicios de ámbito nacional, regional y local.

La televisión digital, conlleva a una mejora en la recepción de la señal de televisión, optimizando el uso del espectro radioeléctrico y aporta una mayor calidad en la imagen y sonido. El proceso

de transición de la televisión analógica a la digital ha venido inicialmente marcado por el interés de los gobiernos por aprovechar de forma más eficiente el espectro, por ampliar la oferta de canales, impulsar los nuevos servicios. La idea inicialmente era que América Latina tuviera un estándar unificado, sin embargo dado que las características y necesidades de cada país son distintas, se planteó buscar el estándar que cumpla con la mayoría de las expectativas, por tal motivo, los países pioneros se convirtieron en una fuente interesante para analizar más que en una tendencia determinante.

Debido a lo anterior el Gobierno nicaragüense, debe examinar las ventajas y desventajas de la adopción de cada uno de los estándares (Americano, Europeo, Japonés, Brasileño o el Chino) a la luz de las condiciones técnicas de las redes actuales, del costo de su implementación para los operadores, de los desarrollos de producciones para medios digitales, de los fabricantes de terminales, del manejo del espectro, y el impacto socioeconómico en la población nicaragüense.

Para implementar la televisión digital se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Técnico: estudiar y comparar los estándares, planificación del espectro radioeléctrico, determinar el período de transición y la calidad (HDTV, SDTV).
- Económico-Social: analizar los requerimientos económicos para sus operadores e inversionistas, impacto del estándar escogido en los hogares, la relación costo-beneficio de la TV Digital para el estado.
- Regulatorio: nuevas licencias y operadores, nueva regulación (leyes y reglamentos), posibilidad de prestar el servicio de TV radiodifundida mediante el servicio de pago.

1.3.3. Objetivos para la Radiodifusión de TDT

➤ Mejor Calidad Técnica

La transmisión digital en sí ofrece una mejora significativa en la calidad técnica de las imágenes y los sonidos asociados, por ejemplo eliminando la “nieve” y los “fantasmas”. Además, la HDTV ofrece seis veces más información por imagen, ofreciendo imágenes mucho más nítidas y claras, las cuales combinadas con un formato de presentación de pantalla ancha y seis canales de sonido envolvente de calidad de CD, representa una mejora cuántica en la calidad técnica de los servicios de televisión radiodifundida. Rápidos descensos en los precios de los dispositivos de presentación y los receptores han contribuido a un tremendo interés de los consumidores en los productos y servicios que brinda la HDTV.

➤ Mayor Calidad y Variedad de Servicios

La tecnología TDT también permite ofrecer varios servicios simultáneos de calidad SDTV, aumentando la cantidad y variedad de servicios provistos a sus espectadores. Por ejemplo, los radiodifusores no comerciales pueden utilizar esta capacidad para brindar programas educativos múltiples a las escuelas y los hogares. Con configuraciones de sistema diseñadas para maximizar

la tasa de bits disponible en un canal de radiodifusión TDT, los radiodifusores pueden proporcionar varias combinaciones de tales servicios, por ejemplo uno de HDTV, uno de SDTV y una página Web.

➤ **Nuevos Servicios de Información e Inclusión Social**

La radiodifusión TDT facilita una variedad ilimitada de nuevos servicios de información, incluyendo servicios interactivos. Los servicios de información pueden integrarse con programas de video o independientemente de tales programas. Una gran cantidad de interactividad en tales aplicaciones puede brindarse simplemente descargando información sustancial de la que los espectadores pueden escoger. La interactividad puede incrementarse aún más mediante el uso de un canal de retorno a través del cual los espectadores pueden solicitar contenidos específicos del radiodifusor.

Existen múltiples tecnologías para implementar el canal de retorno, incluyendo, sin limitarse a ellos, las redes fijas y móviles, las conexiones de banda ancha o incluso un canal de retorno terrenal si se dispone de espectro adicional.

➤ **Portabilidad**

El servicio a receptores portátiles y los servicios móviles. Además de la recepción mediante receptores fijos con antenas ya sean externas o interiores, la radiodifusión TDT presenta la posibilidad de transmitir programas y aplicaciones a dispositivos portátiles, caracterizados por pantallas relativamente pequeñas y la necesidad de un consumo reducido de energía.

Tales dispositivos, típicamente teléfonos móviles y PDA (asistentes digitales personales), pueden equiparse con demoduladores de TDT a fin de permitir la recepción de contenidos de radiodifusión en cualquier momento y lugar.

Como tales, estos dispositivos portátiles pueden considerarse un punto de convergencia entre las redes de telecomunicaciones y las de radiodifusión. En algunos casos, los servicios suministrados a dispositivos portátiles pueden también proporcionarse independientemente del servicio de televisión terrenal digital, utilizando espectro adicional.

La radiodifusión TDT también brinda la capacidad de recepción por parte de receptores en movimiento, es decir, en trenes, buses o automóviles. La movilidad no necesariamente implica un consumo bajo de batería y típicamente requiere de dispositivos de visualización de medianos a grandes y por lo tanto no debe confundirse con los servicios brindados a dispositivos portátiles. Los servicios móviles se caracterizan por la recepción en vehículos de alta velocidad, lo cual presenta retos técnicos sustanciales para la recepción confiable de la señal.

Tanto la recepción móvil como el servicio a los dispositivos portátiles exigen reducciones en la tasa de bits que puede transmitirse en un canal terrenal. Así, dependiendo de la cantidad de servicios móviles o de hand-held provistos y la robustez de tales transmisiones, la provisión de

estos servicios podría restar de la calidad y/o cantidad de servicios que podrían brindarse a los receptores TDT fijos y móviles.

➤ **La Eficiencia y Recuperación del Espectro**

La radiodifusión TDT utiliza mucho más eficientemente el espectro electromagnético que la radiodifusión analógica, y la conversión a la radiodifusión digital ofrece la oportunidad de recapturar y reutilizar una gama valiosa del espectro para otros servicios inalámbricos innovadores. Para algunos países, esta oportunidad será una fuerza motriz en el esfuerzo por apresurar la transición a la radiodifusión digital.

Otra característica importante es la optimización del espectro radioeléctrico el cual se divide en canales de frecuencia o canales múltiples en los que cada uno de estos puede abarcar varios programas digitales de televisión que podrían estar acompañados o no de otros servicios; por el contrario un programa de televisión con la tecnología analógica ocuparía un canal completo.[6]

➤ **El Desarrollo Industrial y Crecimiento Económico (Economías de Escala)**

La transición a la radiodifusión TDT representa oportunidades significativas para promover el desarrollo industrial, la creación de empleo y el crecimiento económico, dependiendo de las características individuales de cada país y las políticas que decida adoptar.

➤ **Otras Metas**

La introducción oportuna y bien planificada de la radiodifusión TDT puede ser un factor importante en el desarrollo, tecnológico, económico y social de un país. Con ese fin, también deberán considerarse las siguientes metas:

- La adaptabilidad a las condiciones económicas
- El margen para una introducción gradual, minimizando los riesgos y costos sociales
- El aprovechamiento de las economías de escala.
- La protección de los consumidores contra la obsolescencia prematura de sus productos TDT.
- La provisión de nuevas aplicaciones que faciliten el acceso a la cultura, la información y el entretenimiento.
- La promoción de la producción de contenidos y nuevas oportunidades comerciales.
- El fomento de soluciones que apoyen el desarrollo cultural y educativo.
- La promoción de la inclusión social, la diversidad cultural del país y el idioma oficial mediante el acceso a la tecnología digital, persiguiendo el objetivo de democratizar la información.

Al considerar todas estas metas, es de la mayor importancia que el país establezca políticas que promuevan las inversiones apropiadas y apoyen modelos de negocios exitosos, reconociendo las condiciones económicas, sociales y empresariales únicas que prevalecen.

Se deben plantear los objetivos claros de política, que surgen al determinar para qué el país necesita un estándar de televisión digital, es decir, lo que se necesita es contar con servicios de mejor calidad y alta definición, portabilidad, movilidad o si adicionalmente se busca una televisión interactiva que permita contar con aplicaciones y contenidos que permitan potenciar la educación, la transmisión de información, el entretenimiento y el costo para cada usuario.

La implementación de la televisión digital terrestre además de mejorar la transmisión de las señales de televisión, constituye un importante aporte en los aspectos económicos, sociales y cuales al ofrecer nuevos servicios, canales y contenido, abriendo las puertas de la era digital a los hogares que han estado alejados de la información. La Televisión Digital Terrestre debe brindar servicios como:

- Contenidos atractivos, útiles y diferenciales que atraigan la atención de los televidentes y los motiven a usar la nueva tecnología.
- Desarrollo de la infraestructura del país para la transmisión de las señales digitales
- La adquisición del equipo digital por la población para disfrutar de los nuevos servicios.

La era digital permitirá ofrecer servicios avanzados que solo están disponibles para otras tecnologías, al disponer de un número mayor de canales del que ofrece la televisión analógica, al incrementar la calidad de la emisión donde las estaciones de televisión están en capacidad de brindar programas con una mejor calidad de imagen y sonido, permitiendo interactividad con el usuario y mejor optimización en el uso del espectro radioeléctrico, además en un futuro se podrá disfrutar de lo imaginable, como la recepción móvil de tv, la interactividad, la televisión a la carta o los servicios multimedia tan de moda como el internet.

1.4. Ventajas y Desventajas de la Televisión Digital Terrestre

Sin duda alguna con el surgimiento de la televisión digital los beneficios que esta puede traer consigo son innumerables. A continuación se presenta las ventajas que posee la TDT:

1.4.1. Ventajas de la Televisión Digital Terrestre

- Menor costo y facilidad de recepción: Se puede realizar la recepción de la TDT con las antenas convencionales lo que implica un menor gasto para el usuario al igual que se puede llegar a conseguir una señal sin ninguna perturbación mientras se está en movimiento, ya sea, en tren, en auto y otros medios.
- Mejor uso del espectro radioeléctrico: Esto implica que con la emisión de la TDT se puede lograr aumentar la oferta de contenidos audiovisuales es decir se llegaría a emitir

entre 4 y 5 canales de definición estándar dentro del mismo ancho de banda que ocupa un canal de televisión analógica, de igual manera se puede también emitir hasta 2 canales de televisión de alta definición. El número exacto de canales va a depender principalmente de la calidad que se quiere asignar a los mismos ya que la relación entre compresión y calidad es inversamente proporcional; por tal razón a mayor compresión de la señal de televisión menor calidad de imagen pero a la vez un mayor número de programas dentro del mismo canal.

- **Mejor imagen y sonido:** La digitalización permite brindar una mejor calidad de imagen y sonido en comparación con la televisión analógica puesto que aquí se tiene señales más robustas sin la presencia de interferencias ni doble imagen. Otra mejora considerable en la calidad de la imagen esta la emisión de la misma en formato panorámico (16/9) que resulta más adecuado para la visualización de películas o programas deportivos, también el sonido ha mejorado notablemente con la TDT porque el audio que se produce con esta tecnología es compatible con los más modernos sistemas de sonido existentes, tal es el caso de los teatro en casa.
- **Interactividad con el usuario:** La televisión digital abre un abanico de posibilidades que la televisión convencional no puede ofrecer, dentro de esto se encuentran los servicios interactivos tales como la guía electrónica de programación, información de servicios públicos, juegos, compras, entre otros; permitiendo de esta manera establecer una relación estrecha entre el usuario y el proveedor de servicios.
- **Portabilidad y movilidad:** En cuanto a la portabilidad se puede recibir la señal de televisión en cualquier parte sin conexiones fijas, inclusive en los dispositivos de bolsillo. La movilidad hace referencia a la capacidad de recepción de la señal de TDT en receptores en movimiento, ya sea en autos, trenes camiones, etc.
- **Otros:** Entre otras ventajas también podemos citar las siguientes:
- La posibilidad de establecer nuevos modelos de negocio.
- En desastres naturales u otras circunstancias la televisión digital terrestre a diferencia de la televisión digital por cable o satelital posee una mayor capacidad de reanudación de la transmisión.
- Con la televisión digital se abren más opciones para las empresas ya que al poder contar con más canales de comunicación se puede expandir la oferta mediante anuncios publicitarios. [6]

1.4.2. Desventajas de la Televisión Digital Terrestre

Hay que destacar que las desventajas de la televisión digital terrestre son muy escasas, pero consideraremos los siguientes:

- Los usuarios que tengan los televisores analógicos convencionales necesitarán realizar un gasto para la adquisición de un decodificador el cual permitirá convertir la señal con formato digital en analógico para la recepción de la señal en ese tipo de televisor, o en otro caso adquirir un televisor de nueva generación (LCD, plasma, etc.), el mismo que viene con el sintonizador digital integrado.
- La otra desventaja que se puede citar es el gasto inicial que deberán asumir las operadoras televisivas al modernizar sus equipos, pero a final de cuentas la transmisión de programas con esta tecnología implica menos costos ya que la potencia que se emite en los transmisores es mucho más baja que en la televisión analógica, por tanto se le da un uso más eficiente y por ende menores gastos. [7]

1.5. Estándares de la Televisión Digital Terrestre (TDT)

Para la televisión digital se han definido oficialmente tres “estándares”, los cuales han sido aceptados por la UIT, siendo éstos, el americano “ATSC”, el europeo “DVB-T” y el japonés “ISDB-T”, cabe mencionar que para el estudio que se desarrolla en la presente tesis consideraremos también como “estándares” a las derivaciones brasilera y china, adoptados por diversos países y soportados por organizaciones internacionales. Por lo tanto serán los siguientes: el americano ATSC (Advance Television System Committee), europeo DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial), japonés y su derivación brasilera, ISDBT (Integrated Service Digital Broadcasting-Terrestrial) y SBTVD-T (Servicio Brasileiro de Televisión Digital Terrestre), el Chino DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting).

Actualmente en el mundo hay cuatro conjuntos de tecnologías o estándares para la TDT:

- ATSC, (Advanced Television Standards Committee), sistema de los Estados Unidos de Norte América.
- DVB-T (Digital Video Broadcasting), o sistema europeo.
- ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) Sistema Japonés / SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital), Sistema japonés, con innovaciones brasileras.
- DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast), Sistema chino. [3]

Capítulo 2

Análisis de los estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT)

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT)

2.1. Estándares de la Televisión Digital Terrestre

2.2. ATSC Advance Television System Committee

2.2.1. Generalidades

ATSC es una organización internacional abierta sin fines de lucro que fue creada en 1982. Tiene aproximadamente 185 miembros en varios países, en la cual están empresas de radiodifusores, cable, satélite, computación, cine y video, electrónica de consumos, fabricantes de equipos profesionales audiovisuales y de computación, e institutos de investigación, otros estándares y organizaciones comerciales.

En el año 2001 fue creada una institución afiliada a ATSC (Advanced Television System Committee- Comité de Sistemas Avanzados de Televisión), la cual tiene como fin promover el estándar de televisión digital ATSC, principalmente en América Latina, llamado ATSC FORUM.

El estándar ATSC fue creado principalmente para la TV libre y gratuita utilizando los mismo 6 MHz de ancho de banda que se vienen utilizando en la televisión análoga, en donde se busca brindar al usuario: HDTV, multiprogramación, comunicación interactiva y otras características.

El estándar ATSC fue creado y adoptado por primera vez en Estados Unidos, para reemplazar el sistema de televisión análoga NTSC.

2.2.2. Características técnicas generales

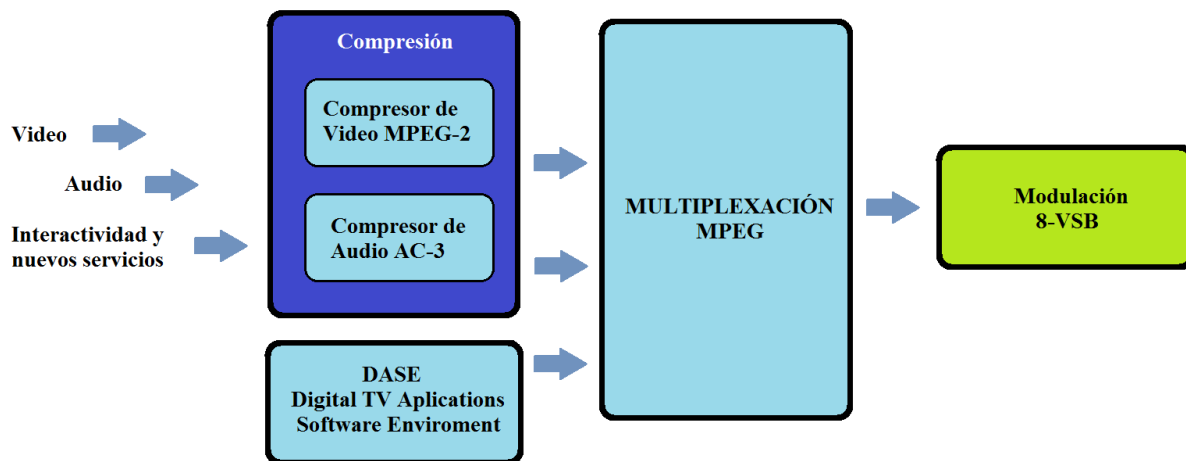


Figura VI. Etapas del estándar ATSC.

En la figura se muestran con claridad tres etapas:

- Comprensión
- Multiplexación
- Modulación

La señal de video es una señal de alta definición se comprime con MPEG-2, la señal de audio se comprime con Audio Code 3 AC-3 (Codigo de audio 3, se compone de 6 canales discretos), existen también servicios interactivos y otras de altas presentaciones denominadas DASE (Digital TV Applications Software Environment).

Asimismo, el estándar de televisión digital ATSC permite transmitir varias señales en definición estándar o combinado con alta definición, es decir el estándar permite multiplexar varias señales en definición estándar o en HDTV.

La modulación utilizada es la 8T-VBS (8 Trellis-Vestigial Side Band), la cual es una modulación mono portadora e independiente de fase, para evitar muchas distorsiones.

El estándar de televisión digital ATSC tiene la velocidad de datos de 19.4 Mbps, permitiendo múltiples formatos de imágenes y velocidades de trama en HDTV y SDTV.

Transmitir una señal digital ya sea en el formato estándar SDTV o en el estándar de alta definición HDTV, resultaba imposible en el espectro que ocupaba una señal de televisión analógica de 6 a 8 Mhz de ancho de banda, dado que una señal digital estándar ocuparía más de 70Mhz de ancho de banda (una de HDTV digital ocuparía más de 420Mhz). Para ello, se necesitarían resolver dos problemas: el primero, poder comprimir la señal para poder

transportarla en un ancho de banda de 6 a 8Mhz, y segundo, había que diseñar un sistema de modulación adecuado para ese flujo de datos comprimidos. Estos problemas se solucionaron mediante la comprensión MPEG-2, la cual fue desarrollada y puesta en práctica en 1993.

MPEG-2 es una norma técnica internacional de comprensión de imagen y sonido, el MPEG-2 especifica los formatos en que deben representarse los datos en el codificador, así como el conjunto de normas para la transición de imágenes en video digital. En la codificación se comparan los fotogramas actuales con los anteriores y los futuros para almacenar las partes que cambian solo de unos a otros. La señal incluye sonido de calidad de CD.

Gracias a este sistema de comprensión, ahora en el ancho de banda existente para la televisión analógica se pueden transmitir varias señales en estándar SDTV o una señal de alta definición digital HDTV. La TV Digital parte en 5 el ancho de banda actual. Es decir, en el espacio que hoy cabe una sola estación de TV, en el futuro cabrían 5. La norma norteamericana propone usar esos 5 canales enviando una señal de alta definición (HDTV).

En cuanto a capacidad de transportar información dispone de 19 mega bits por segundo. El estándar norteamericano fue exclusivamente creado para la televisión digital terrestre.

El sistema ATSC privilegia de alta definición (HDTV), por sobre el multicasting y el datacasting, con una resolución que duplica la de la TV analógica. Sin embargo, prevé incorporar las otras ventajas mencionadas a medida que el proceso de digitalización vaya creciendo.

El sistema de televisión de alta definición HDTV tiene dos modalidades principales: 1080 líneas activas con 1920 pixeles cuadrados por línea, con barridos entrelazado de 59.94 y 60 cuadros por segundo, o, 720 líneas activas con 1280 pixeles por línea con barridos progresivos de 59.94 y 60 cuadros por segundo.

Se requiere contar con aparatos de televisión específicos, de grandes dimensiones y formatos distinto (se pasa de una relación 4:3 de pantalla, a una de 16:9). El sistema norteamericano no está diseñado para la recepción de señales en condiciones de movilidad, esto se debe a que la gente en EU se desplaza principalmente en auto o en avión, no como en Europa donde se usa intensivamente el tren para desplazarse de un país a otro.

La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo. La señal audiovisual requiere de un 2.5 veces menos de potencia que la europea. Los formatos bajo la norma ATSC también poseen audio con calidad de teatro, porque utiliza el formato Dolby Digital AC-3 que brinda un canal 5.1 de sonido envolvente. El sistema permite el transporte de hasta 5 canales de sonido con un sexto canal para efectos de baja frecuencia.

A su vez, en este momento de transición es posible acceder a este servicio de televisión digital por medio de la utilización de decodificadores, llamados Set-Top-Box.

2.2.3. Codificación de vídeo

Se utiliza la codificación de video MPEG-2 (Moving Pictures Experts Group-2), por ser un conjunto de algoritmos de compresión flexible, y está conformado por un sistema de PERFILES, denominados PROFILES los cuales son los encargados de limitar la sintaxis del algoritmo, más un conjunto de NIVELES que se encargan de establecer los límites de velocidad de muestreo y tamaños de tramas, todo esto sumado permiten la interoperabilidad de aplicaciones y equipos.

La lista de formatos de comprensión permitida se puede apreciar en la siguiente tabla

*60I, 30P, 24P, 60P son estándares de velocidad de cuadros por segundo.

	Número de Líneas	Pixel/Línea	Razón de Aspecto	Frecuencia de Tramas
HDTV	1080	1920	16:9	60I, 30P, 24P
HDTV	720	1280	16:9	60P, 30P, 24P
SDTV	480	704	16:9	60P, 60I, 30P, 24P
SDTV	480	704	4:3	60P, 60I, 30P, 24P
SDTV	480	640	4:3	60P, 60I, 30P, 24P

Tabla II. Resolución de la pantalla

El Standard ATSC determina 18 diferentes formatos de display, los cuales están divididos dentro de cuatro combinaciones de vertical y horizontal.

- 1920 x 1080 (Es lo que la industria de la Televisión demanda para la representación de imágenes HDTV).
- 1280 x 720 (Es la sugerencia de la industria del PC para la representación de imágenes HDTV).
- 704 x 480 (Esta combinación corresponde a la equivalencia digital de la señal NTSC de hoy).
- 640 x 480 (Estándar VGA combinación de los monitores de PC).

Los 18 formatos de Display se dividen en 6 formatos para HDTV y 12 para SDTV (Standard Definition Television).

Los distintos perfiles y niveles bajo la norma de compresión MPEG MPEG-2, se muestran en la siguiente tabla

NIVELES	PERFILES						
		Simple	Principal	4:2:2	SNR	Espacial	Alto
	Alto		4:2:0 1920x1152 80Mbps				4:2:0 o 4:2:2 1920x1152 100Mbps
	Alto 1140		4:2:0 1440x1152 60Mbps			4:2:0 1440x1152 60Mbps	4:2:0 o 4:2:2 1440x1152 80Mbps
	Principal	4:2:0 720x576 15Mbps	4:2:0 720x576 15Mbps	4:2:2 720x608 50Mbps	4:2:0 720x576 15Mbps		4:2:0 o 4:2:2 720x576 20Mbps
	Bajo		4:2:0 352x288 4Mbps		4:2:0 352x288 4Mbps		

Tabla III. Perfiles y niveles

2.2.4. Codificación de audio

El estándar ATSC utiliza la norma de compresión de audio digital AC-3, cuyo método es el que actualmente se utiliza en las salas de cine, el Dolby Surround Sound. Este procedimiento brinda 5,1 canales de audio, tal como aparece en la figura, se puede observarlos siguientes canales de audio:

- Canal Izquierdo
- Canal Derecho
- Canal Central (Middle Channel)
- Canal Surround Izquierdo
- Canal Surround Derecho
- 0,1 Canal para señal de Subwoofer

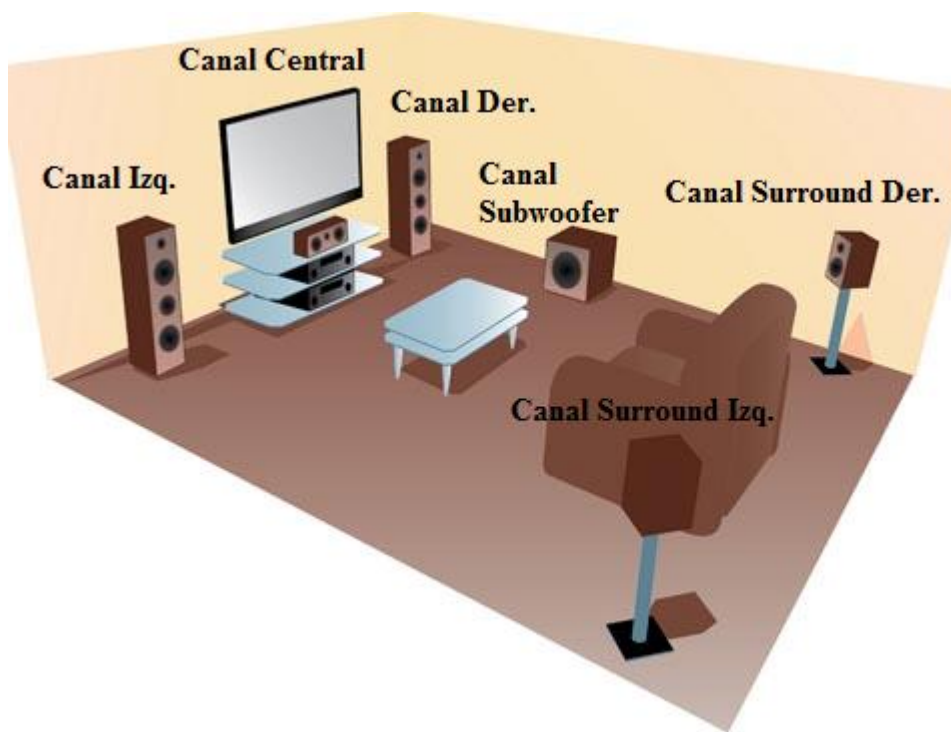


Figura VII. Sistema de audio

En la Figura VIII se muestra que el sistema de compresión del audio, consta de un codificador y un decodificador de audio, el cual acepta señales de entrada analógica o digital, y el bloque del subsistema de audio esta antes del subsistema de transporte, el bloque del codificador recibe las señales del audio en el dominio del tiempo y las convierte en el dominio de la frecuencia con el fin de convertir la salida en una cadena de bits, para así llegar al subsistema de Transporte, el cual empaqueta los datos de audio y se pasan al subsistema de Transmisión el cual cambia los paquetes en una señal modulada RF para luego ser recibida por el subsistema de Recepción y luego demodularla, desempaqueta y decuantifica los flujos o tramas con los datos.

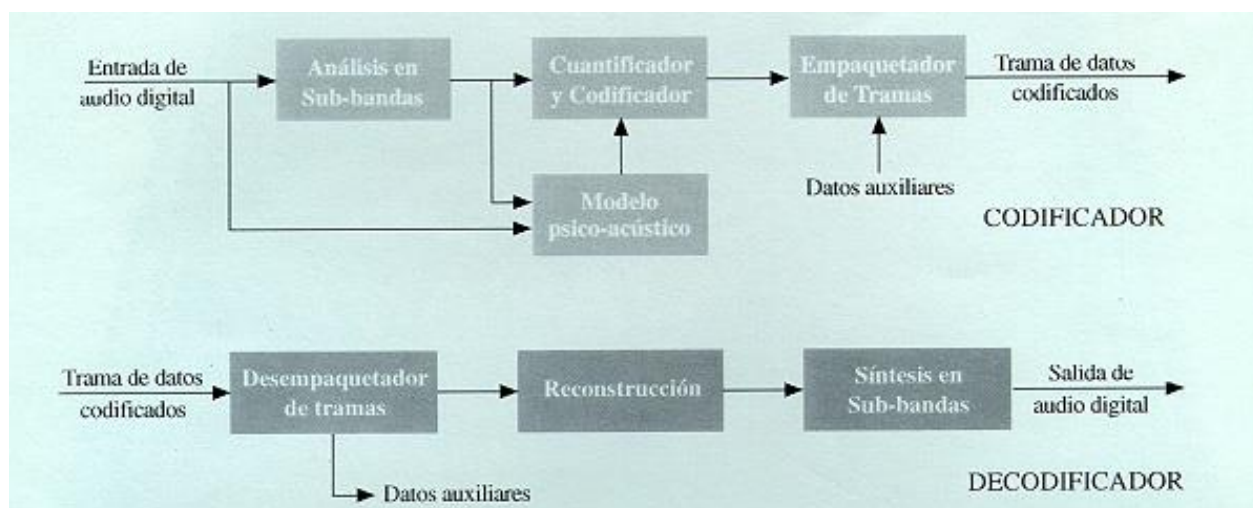


Figura VIII. Sistema de compresión de Audio

2.2.5. Transmisión

La transmisión en el sistema ATSC está compuesta por un tren de datos de 312 segmentos de 832 símbolos cada uno, más un segmento de sincronización.

En la siguiente tabla se observan los parámetros de transmisión:

PARÁMETRO	MODO TERRESTRE	MODO DE ALTO RÉGIMEN
Ancho de Banda del Canal	6 Mhz	6 Mhz
Ancho de Banda Excedente	11.50%	0.115
Régimen de Símbolos	10.76 M símbolos /s	6.107
Bits por Símbolo	3	4
CE Trellis	Régimen 2/3	No
CE Reed-Solomon	T=10(207.187)	T=10(207.187)
Longitud de Segmento	832 Símbolos	832 Símbolos
Sincronismo de Segmento	4 Símbolos/Segmento	4 Símbolos/Segmento
Sincronismo de Cuadro	1 cada 313 Segmentos	1 cada 313 Segmentos
Régimen de Datos (Carga)	19.28 Mbps	38.57 Mbps
Rechazo de NTSC en co-canal	Filtro de rechazo en Receptor	N/A
Potencia del Piloto	0.3 dB	0.3 dB
Umbral C/N	14.9 dB	28.3 dB

Tabla IV. Parámetros de Transmisión VSB

2.2.6. Modulación 8T VCB (8 Trellis-Vestigial Side Band).

La modulación se basa principalmente en una Modulación en Amplitud de pulsos de 8 niveles (8-PAM) en banda base. Es así como se logró desarrollar por este estándar la máxima cobertura desde un único transmisor.

La modulación 8T-VSB siempre utiliza una sola portadora continua, es decir es una modulación mono portadora e independiente de fase y que tiene una transmisión de 19.Mbps. [4]

2.2.7. Redes de Frecuencia Única

Con las Redes de Frecuencia Única, se busca el mejor sincronismo entre estaciones transmisoras, en donde las señales de estas estaciones de televisión se ven como ecos de una sola transmisión, y se pueden manejar tres tipos para redes con varios transmisores:

1. Transmisores distribuidos, utilizando redes de frecuencia única, que necesitan estar sincronizados entre ellos, manejando retardos en la señal a emitir en cada transmisor, con el objeto de las señales recibidas por el receptor puedan ser interpretadas como multi-trayectos de una única señal y así poder ser procesadas.
2. DOCR (Digital On-Channel Repeaters) es la técnica para reforzar zonas sin la necesidad de sincronizar transmisores.
3. Una tercera opción es utilizar repetidoras según la siguiente figura. Para este caso no es necesario sincronizar los transmisores, reduciendo la complejidad de la red.

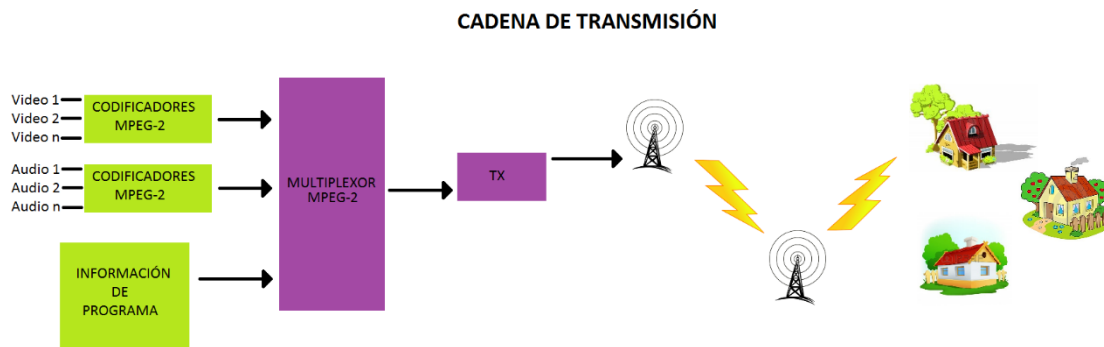


Figura IX. Redes de múltiples transmisores

2.2.8. Transmisión y Recepción a portable y móvil

ATSC ha llamado a proponentes de para la estandarización de la norma ATSC M-H (mobile-handheld) y existen dos soluciones completas presentadas por Samsung/Rohde & Schwarz (A-VSB) y LG/Zenith/Harris (MPH-mobile/pedestrian/handheld) que utilizan la misma modulación 8T-VSB y codificación turbo para el tren de datos suplementario. Estas tecnologías que permiten

a los radiodifusores usar la norma ATSC para transmitir más de una señal a receptores móviles o portátiles de manera simultánea con señales de recepción fija de alta definición normal utilizando redes muy simples y de bajo costo.

2.2.9. Movilidad

Todas las normas, incluso ATSC, soportan recepciones fijas y móviles utilizando un mismo canal de TV. Varias compañías miembros de ATSC han presentado soluciones para aplicaciones móviles y portátiles de alta calidad, dentro de la misma transmisión 8TVSB, utilizando redes muy simples y sin reducir significativamente la carga útil para las señales y servicios de recepción fija, principal sustento de la TV libre y gratuita autofinanciada.

La opción A-VSB de Samsung y Rohde & Schwarz ha demostrado buenos resultados en recepciones a velocidades que superan las 170mph. Las empresas LG/Zenith y Harris, también miembros de ATSC, han demostrado desempeños similares con su solución MPH utilizando solo el transmisor principal de una emisora digital sin necesidad de instalar repetidoras.

La posibilidad de ofrecer servicios móviles en su mismo canal digital, les permitirá a los radiodifusores tener presencia propia frente a la aparición de plataformas de TV móvil de pago, replicando así la misma relación existente entre la TV abierta, el cable y el satélite. (Presencia propia por fuera de las otras plataformas que los distribuyen, necesaria para que el anunciante acepte quien es su único interlocutor).

El objetivo principal del ATSC M-H (Mobile-Handheld) es reducir los costos de operación móvil para el radiodifusor de frecuencia única, ya que una infraestructura y operación sofisticada no será fácil de amortizar solo por publicidad, más aun cuando en algunas ciudades, para evitar accidentes, se está analizando legislar sobre la restricción del uso de dispositivos móviles personales en la vía pública, tanto en transporte como a pie.

2.3. DVB-T Digital Video Broadcasting Terrestrial

2.3.1. Generalidades

Es una alianza con más de 280 compañías de difusión, fabricantes, operadores de red, desarrolladores de software, entidades reguladoras y otras instituciones en más de 35 países, comprometido con el diseño de estándares globales para el suministro de televisión digital y servicios de datos. Los estándares DVB abarcan todos los aspectos de televisión digital, desde las transmisiones hasta las interfaces, el acceso condicional y la interactividad del video, audio y datos digitales. En el mes de septiembre de 1993, esta alianza de empresas crea el denominado grupo de lanzamiento Europeo con el objetivo de lograr la estandarización global y la interoperabilidad a largo plazo para desarrollar la televisión digital, firmando el memorando de entendimiento llamado Muo que establece el marco de trabajo en que se desarrollará la Televisión digital.

Se comenzó elaborando informes que anticipaban la situación actual, vinculando la televisión Digital con nuevos conceptos (HDTV, recepción en equipos móviles, compatibilidad con otros medios, etc.)

El proyecto DVB tiene desarrollados más de 50 estándares, para televisión para sistemas por cable, televisión terrestre, sistemas digitales de satélite, redes de microondas, y otras aplicaciones.

2.3.2. Aspectos Técnicos

Dentro de los estándares DVB existentes que más se utilizan en televisión encontramos:

- DVB-S Estándar para Sistemas Digitales de Satélite
- DVB-C Estándar para Sistemas Digitales de Cable
- DVB-T Estándar para Televisión Digital terrestre.

El estándar digital DVB-T, el cual nos interesa está diseñado principalmente para canales de 8Mhz, pero también funciona para canales de 7 MHz y 6 MHz, en donde se utiliza la modulación tipo multiportadora la cual puede ser modulada por QPSK o diferentes niveles de QAM.

Asimismo, el estándar digital DVB utiliza compresión de video MPEG-2 MP@ML (Main Profile at Main Level) y compresión de audio MPEG Layer II (MUSICAM).

La transmisión DVB de TV digital permite un elevado bit rate: hasta 23 mb/seg en 6 MHz, suficiente para transmisión de multicasting en SDTV o una señal de HDTV.

2.3.3. Características de vídeo

La compresión de video la realiza en MPEG-2 MP@ML (Main Profile at Main Level), utilizando un muestreo de 4:2:0, con 8 bits de resolución y utilizando los tres tipos de frames I,P,B.

Los formatos compatibles son:

- LDTV (Low Definition Television) 288P
- SDTV (Standard Definition Television) 576i
- EDTV (Enhanced Definition Television) 576P
- HDTV (High Definition Television) 720P
- HDTV (High Definition Television) 1080i

2.3.4. Características de audio

La compresión del audio está dada en MPEG Layer II (Musicam), el cual consiste básicamente en enmascarar un elemento de sonido sobre otro cercano de bajo nivel, descartando así los elementos de sonido que no serían escuchados aun estando presentes. Puede manejar audio mono, estéreo, multilenguaje o surround. Maneja bits de rates desde 32 a 384 Mbps Posteriormente fue incorporado el sonido Dolby AC-3, debido a la popularidad de este.

2.3.5. Modulación COFDM

El formato COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing o modulación ortogonal por división de frecuencias) es la técnica de modulación adoptada en Europa, por el European Telecommunication Standards Institute (ETSI) para la transmisión de televisión digital Broadcasting, bajo el estándar DVB-T.

COFDM consta de dos partes:

- La primera consiste en dividir o multiplexar la frecuencia que pasa por la banda del canal en muchas sub-frecuencias.
- La segunda parte modula cada sub-frecuencia por un método tradicional concretamente empleando modulación de fase en cuadratura QPSK, o modulación mixta de amplitud y fase en cuadratura QAM.

La modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), sistema basado en portadoras que llevan información y todas son ortogonales entre sí, porque cuando pasa una portadora por un máximo la segunda pasa por un cero. Todo esto se crea usando la anti-transformada rápida de Fourier, FFT-1 y es demodulada usando su inversa FFT.

Existen dos modos principalmente que son $N=2K$ o $N=8K$. Se tiene que $2K$ equivalen a 1705 portadoras, las cuales son adaptadas para Redes Multi-frecuencias (MFN). Lo mismo que $8K$ es igual a 6817 portadoras, que son adoptadas para Redes de Frecuencia Única.

El estándar DVB-T Permite configurar el sistema con varios intervalos ($1/32$, $1/16$, $1/8$, $1/4$) con varias modulaciones de portadoras (QPSK, 16QAM, 64QAM), con una corrección de errores convolucional (FEC) y Reed-Salomon así como pilotos TPS que permiten al receptor reconocer el modo de funcionamiento. [4]

2.3.6. Redes Multi-Frecuencia (MFN) y Redes de Frecuencia Única (SFN)

El estándar de televisión digital DVB, permite una planificación tanto en redes de frecuencia única, como en redes de multi-frecuencia, en donde el principio para redes de frecuencia única es lograr un sincronismo entre las estaciones, en base a unas frecuencias idénticas de las portadoras de radiofrecuencia, frecuencias de muestreo idénticas entre los moduladores COFDM, y flujos de datos idénticos, logrando así un ahorro espectral significativo, y redes de multi-frecuencia facilitan la regionalización de servicios de televisión.

Para facilitar las diferentes tipologías de red, el estándar DVB-T especifica 4 posibles intervalos de guarda del periodo de símbolo útil; cuyo fin es determinar las máximas distancias entre transmisores en redes SFN.

	8K		2k	
	Tg	L Máxima	Tg	L Máxima
1/32	28 μ s	8.4 Km	7 μ s	2.1 Km
1/16	56 μ s	16.8 Km	14 μ s	4.2 Km
1/8	112 μ s	33.6 Km	28 μ s	8.4 Km
1/4	224 μ s	67.2 Km	56 μ s	16.8 Km

Tabla V. Distancia Máxima entre transmisores en redes SFN

2.3.7. Movilidad

Se comienza a desarrollar en el 2012 como una ampliación de DVB-T, para receptar en vehículos o terminales handheld. La nueva tecnología DVB-H ha incorporado un nuevo modo de modulación el modo 4K que equivale a 4096 portadoras que permiten mejorar la movilidad en medios SFN. También ha introducido el concepto Time Slicing, el cual ha disminuido el consumo de la batería en aproximadamente un 90%.

La clave de una exitosa solución de difusión móvil radica en la combinación de estándares de difusión tradicionales con características específicas de dispositivos portátiles: movilidad, pantalla y antenas más pequeñas, cobertura en interiores y la confiabilidad DVB-H), una combinación de transmisión digital y protocolo de internet (IP), donde la TV u otro contenido digital se transmite como paquetes de IP sobre DVB-H. El uso de IP permite la recepción de servicios de dispositivos portátiles con tecnologías de software que se utiliza comúnmente en ellos. DVB-H ajusta los pequeños dispositivos portátiles a la tecnología existente en millones de aparatos de TV en todo el mundo.

Los teléfonos con TV móvil requieren un receptor de radio adicional, separado del aparato celular, con el fin de recibir señal. El receptor DVB-H se integra de una forma similar a la de radios FM en los teléfonos móviles.

2.4. ISDB-T Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial y SBTVD-T Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre

2.4.1. Generalidades

El desarrollo de ISDB (“Integrated Service Digital Broadcasting” – Transmisión Digital de Servicios Integrados) comenzó en 1980, pero el estándar fue creado en los años 90. El estándar ISDB comprende la transmisión de video digital por satélite (ISDB-S), por cable (ISDB-C) y terrestre (ISDB-T, incluye terminales móviles). ISDB fue diseñado en torno al estándar de codificación de audio y video MPEG-2 (norma ISO/IEC 13812) y contiene especificaciones para

transmisión de televisión de resolución estándar en modo multiplexado y de alta definición (HDTV).

El ISDB-T (“Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial” – Transmisión Digital de Servicios Integrados – Terrestre) es promovido por el DiGEB (Digital Broadcasting Experts Group) de Japón, grupo de expertos conformado por las principales transmisoras y fabricantes que trabajan en el medio de la radiodifusión, fundado en septiembre de 1997 para promover el sistema de televisión digital ISB-T por todo el mundo.

El servicio TDT comenzó en Japón desde diciembre del 2003 y se ha migrado rápidamente al servicio, debido a sus ventajas y nuevos servicios, como el llamado “One-Seg”, que es el servicio de recepción portátil en el mismo canal de transmisión, el cual comenzó en abril del 2006.

El estándar ISDB-T, fue inventado y actualmente es el que opera en Japón. En el 2006, fue adoptado por Brasil.

2.4.2. Definición

ISDB-T surge en Japón desde la propia industria de medios como un desarrollo necesario para mejorar los servicios de cobertura de televisión abierta y gratuita en todo el territorio, desde las grandes concentraciones urbanas hasta cualquier habitante aislado en las montañas. Se consideró como importante en el desarrollo que el sistema de TV este centrado en la robustez, movilidad y portabilidad, tanto para imágenes de alta calidad (HDTV) como para baja calidad (SDTV) y pequeñas pantallas como celulares, palms, etc.

2.4.3. Estructura del estándar ISDB-T

En general un sistema de transmisión digital se compone por tres bloques funcionales, (1) Bloque de código fuente, (2) Bloque Múltiplex, y (3) Bloque de transmisión de código.

En el diseño de un sistema de transmisión digital, se consideran los temas de servicio, configuración para el servicio de transmisión (ejemplo: recepción fija, móvil, y recepción portable), se decide también la estructura tecnológica para el sistema de transmisión como lo son especificaciones y guías técnicas para la transmisión.

En Japón, de acuerdo a la estructura del sistema de transmisión digital, las especificaciones de cada bloque funcional, son estandarizadas como estándar ARIB (Association of Radio Industries and Business, Asociación de la industria y negocios de la radio).

2.4.4. Especificación Técnica

ARIB ha desarrollado una serie de sesiones de estructura llamada BSTOFDM (Band-Segmented Transmission Orthogonal Frequency Division Multiplexing). ISDB-T divide la banda de frecuencia de un canal en trece segmentos. El organismo de radiodifusión puede seleccionar la

combinación de los segmentos usando una elección de la serie de sesiones que esta estructura permite flexibilidad para el servicio. Por ejemplo, ISDB-T puede transmitir tanto LDTV y HDTV usando un canal de TV o de cambio al 3 de SDTV, un conmutador que se pueden realizar en cualquier momento. ISDB-T puede también cambiar el esquema de modulación al mismo tiempo.



Figura X. Segmento del espectro de la estructura ISDB-T

Transmisión Codificación de Canal	Modulación	64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM, QPSK-OFDM, DQPSK-OFDM (Jerárquica transmisión)	
	Corrección de errores de codificación	Inner codificación	
		Convolución 7/8,3/4,2/3,1/2	
		Ultraterrestre de codificación: RS (204,188)	
	Intervalo de la Guardia	1/16,1/8,1/4	
	Intercalación	Tiempo, frecuencia, bits, bytes	
	Frecuencia de dominio multiplexación	BTS-OFDM (segmentado estructura OFDM)	
Acceso condicional		Multi-2	
De radiodifusión de datos		ARIB STD B-24 (BML, ECMA script)	
Servicio de Información		ARIB STD B-10	
Multiplexado		MPEG-2 Systems	
Codificación de audio		MPEG-2 audio (AAC)	
Codificación de video		MPEG-2 Video	MPEG-4 AVC / H.264

Tabla VI. Compresión de audio y video

ISDB ha adoptado el MPEG-2 de video y sistema de compresión de audio. ATSC y DVB también adopto el mismo sistema. DVB e ISDB utiliza otros métodos de compresión de video que se utilizaran, en JPEG y MPEG-4, JPEG, si bien es solo una parte obligatoria de la norma MHEG.

2.4.5. Transmisión

Los distintos sabores de la ISDB se diferencian principalmente en las modulaciones utilizadas, debido a los requerimientos de las diferentes bandas de frecuencia. La banda de 12 GHz ISDB-S utiliza la modulación PSK, con banda de 2,6 GHz de radiodifusión sonora digital utiliza MDL y ISDB-T (en VHF y / o UHF banda), utiliza la COFDM con PSK / QAM.

2.4.6. Interacción

Además de la transmisión de audio y video, ISDB también define las conexiones de datos (de radiodifusión de datos) con el internet como un canal de retorno lo largo de varios medios de comunicación (10Base-T/100Base-T, modem de la línea de teléfono, teléfono móvil, Wireless LAN (IEEE 802.11), entre otros) y con diferentes protocolos. Esto se utiliza, por ejemplo, para las interfaces interactivas, como la radiodifusión de datos (ARIB STD B-24), y guías de programas electrónicos (EPG).

2.4.7. Interfaces y Cifrado

ISDB describe una gran cantidad de interfaces (en la red), pero lo que es más importante la interfaz común para acceso condicional (ARIB STDB25) con el Common Scrambling Algorithm MULTI2 necesarios para (DES) codificación de televisión.

La ISDB CAS sistema es operado por una empresa denominada B-CAS en el Japón, la tarjeta CAS se llama B-CAS. El japonés ISDB es siempre señal cifrada por el sistema BCAS, incluso si se trata de un programa de televisión libre. Esa es la razón por la que se denomina —sistema de pago por visión sin cargos. Una interfaz para recepción móvil es objeto de examen. ISDB apoya PGR (Derechos de Gestión y Protección).

2.4.8. Características del estándar ISDB-T

Algunas de las características más relevantes del estándar ISDB-T son las siguientes: Multimedia, Alta calidad / Multicanal, Alta performance, Servicio de recepción móvil y portátil, Simplicidad (Receptor integrado), Utilización efectiva del espectro.

Japón comenzó con la investigación y desarrollo de la HDTV hace aproximadamente 30 años, y es un líder mundial en hardware/software de la HDTV. Debido a estos antecedentes, la Alta calidad es el requerimiento más importante para un sistema de transmisión digital.

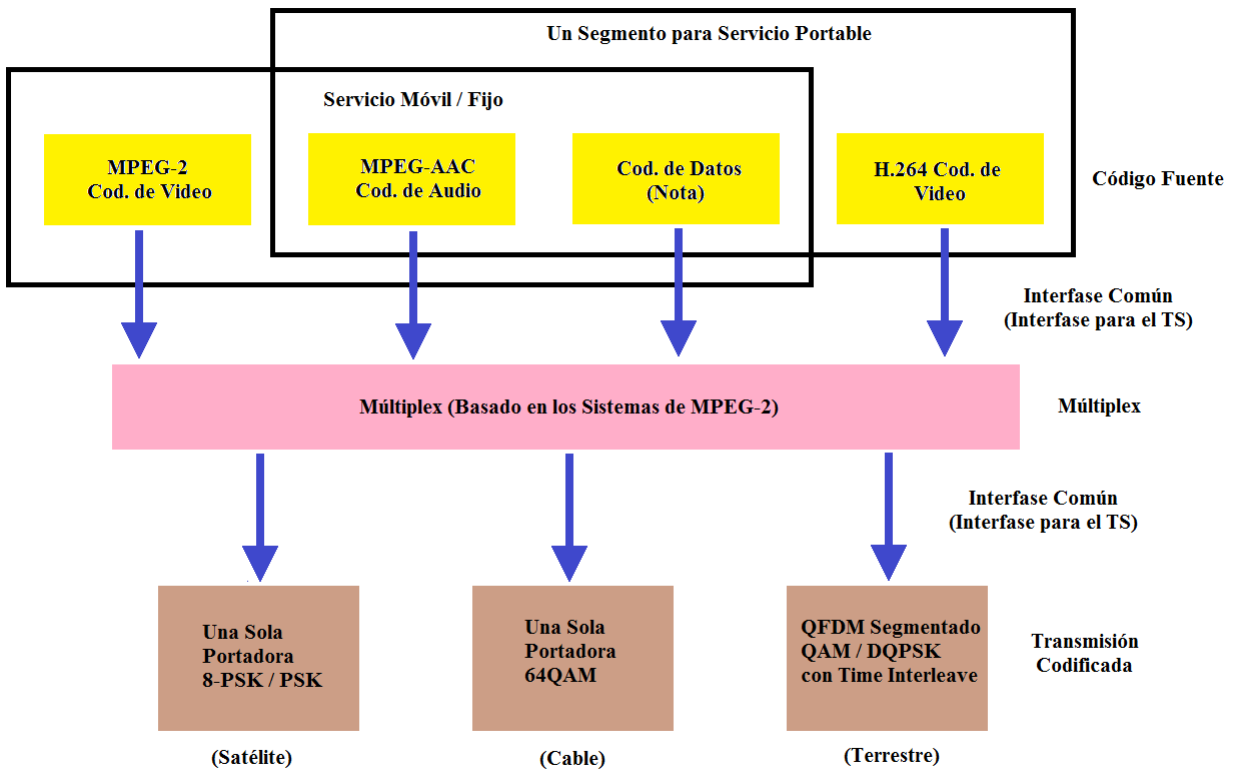


Figura XI. Bloques Funcionales del Sistema

En el sistema ISDB-T, la flexibilidad del servicio se lleva a cabo por medio de dos técnicas descritas a continuación.

2.4.9. MPEG-2 Tecnología de Codificación de Vídeo y MPEG-AAC Tecnología de Codificación de Audio.

MPEG-2 es la tecnología de codificación de video adoptada en el sistema Japonés de transmisión digital, soporta varios tipos de calidad de video/formatos. Para el sistema de audio, se adopta en Japón, el MPEG-AAC, sistema de alta compresión y calidad en codificación de audio, que también soporta varios tipos de audio calidad/formato.

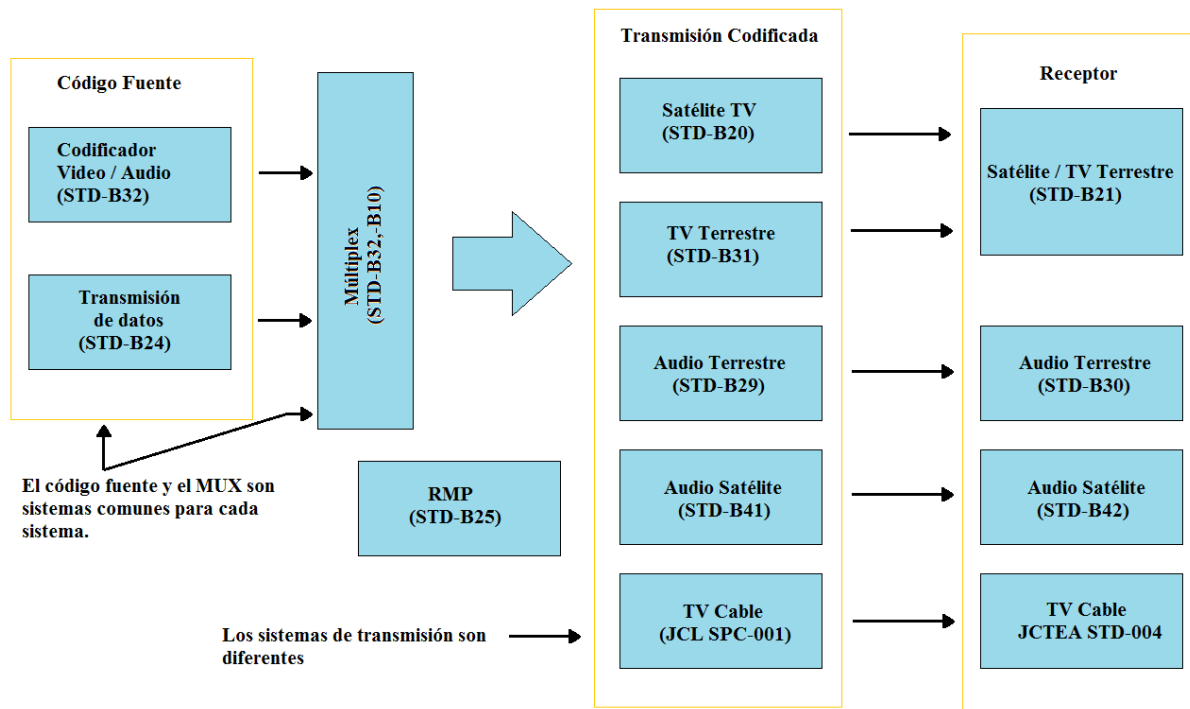


Figura XII. Estructura del Estándar ISDB-T

2.4.10. MPEG-2 Sistema para Múltiplex.

ISDB-T utiliza el sistema MPEG-2 como tecnología múltiplex. En los sistemas MPEG-2, todos los contenidos transmitidos, video, audio y datos son multiplexados en un paquete llamado Flujo de transporte (Transport stream TS). Aunque, cualquier tipo de contenido/servicio puede ser multiplexado.

Los contenidos de flujo, tales como video, audio y flujo de datos, son convertidos al formato PES (Packet Elementary Stream) Paquete de Flujo Elemental y finalmente son convertidos al TS y multiplexados; por otro lado, los contenidos que no son del tipo de flujo de datos, son convertidos al formato de Sección y finalmente convertidos al formato TS y multiplexados.

2.4.11. Características del sistema de transmisión

Algunas de las características del sistema de transmisión del estándar ISDB-T son las siguientes:

2.4.11.1. Tecnología de transmisión OFDM (Robustez ante multicamino, SFN).

El sistema ISDB-T utiliza la tecnología de transmisión OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex), es un sistema de transmisión donde los datos digitales son divididos en multiportadoras y enviados. Como resultado, la longitud del símbolo de transmisión tiene mayor longitud que en un sistema de transmisión de una sola portadora.

2.4.11.2. Transmisión OFDM segmentada (Servicio portátil en el mismo canal).

La transmisión segmentada OFDM, es el único sistema de transmisión, que es capaz de transmitir diferentes parámetros de señal en el mismo ancho de banda. A este sistema de transmisión se le llama “transmisión en modo jerárquico”. En un canal de 6Mhz, las portadoras están agrupadas en segmentos, 13 en total, dando lugar al OFDM Segmentado. El agrupamiento de los segmentos permite transportar distintos servicios, como HDTV, SDTV y LDTV.

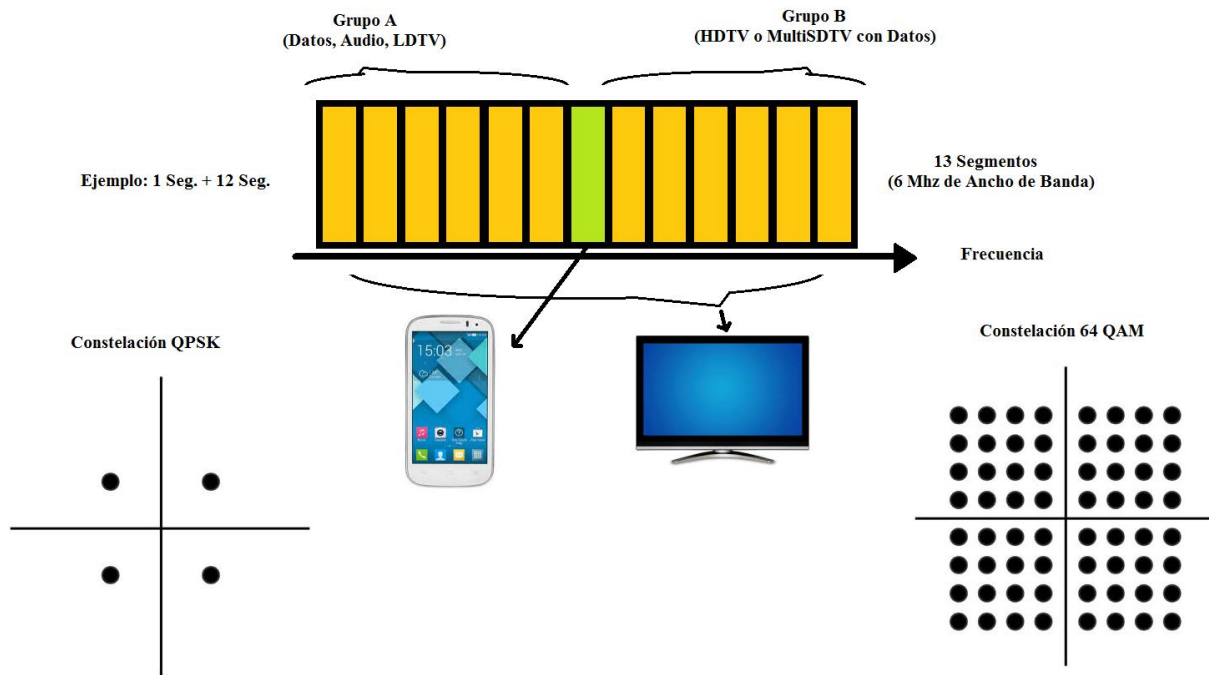


Figura XIII. Sistema de Transmisión en Modo Jerárquico

2.4.12. Intercalación temporal (Robustez ante ruido urbano, movilidad & portabilidad)

En un sistema de transmisión digital, generalmente se adoptan sistemas de corrección de errores para reducir la degradación causada por diferentes tipos de interferencias (Incluyendo ruido térmico). Los sistemas de error de corrección, generalmente, tienen un mejor funcionamiento en contra de los errores aleatorios tales como el ruido térmico. Por lo tanto, se adopta una tecnología para el tratamiento aleatorio del error, a través de un sistema de corrección de errores, a esta tecnología se le llama tecnología “Interleaving”.

2.4.13. Servicio one-seg

En particular la utilización de un segmento del canal de 6Mhz para servicios de baja velocidad de transferencia se conoce como “One-Seg” para teléfonos celulares o receptores de televisión portátil ha sido comercializado a partir de abril de 2006 en Japón.

El servicio de One-Seg consiste en transmitir imágenes en movimiento a teléfonos celulares, TV para autos, computadoras personales etc., por lo que en cualquier lugar y tiempo se puede disfrutar del servicio One-Seg. Una terminal de este tipo con un enlace de comunicaciones podrá también recibir transmisión de datos enlazados con Internet.

Recepción estable en un ambiente de movilidad. HDTV puede disfrutarse aun en un vehículo en movimiento, utilizando tecnología de recepción diversa (Onda directa y Onda reflejada). Robustez en contra de ruido y efectos multitrayectoria. [4]

2.5. SBTVD-T Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre

2.5.1. Antecedentes

La definición ocurrió a través del Decreto 5.820, en donde los principales puntos definidos en el decreto son:

- El decreto definió que el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) adoptará, como base, el estándar de señales del ISDB-T y posibilitará transmisión digital en alta definición (HDTV) y en definición estándar (SDTV); transmisión digital simultánea para recepción fija, móvil y portátil; e interactividad.
- Las emisoras de TV recibirán un canal de radiofrecuencia con anchura de banda de 6 MHz para cada canal analógico que posean.
- La transmisión analógica continuará ocurriendo, simultáneamente a la digital, por un período de 10 años hasta el 29/06/2016. A partir de Jul/2013 solamente serán otorgados canales para la transmisión en tecnología digital.
- Deberán ser consignados por lo menos cuatro canales digitales para la exploración directa por parte de la Unión Federal: como canal de Poder Ejecutivo, Canal de Educación, Canal de Cultura y Canal de Ciudadanía.

En octubre de 2006 fueron definidas las etapas que deben ser cumplidas por cada Emisora de TV analógica para la implantación de la TV Digital en Brasil.

El inicio de las transmisiones de TV Digital tendrá inicio en la ciudad de Sao Paulo y se extenderá después para las demás capitales y principales ciudades, hasta alcanzar todo el país.

En síntesis el SBTVD-T se diferencia de ISDB-T en que utiliza el codec video H.264/MPEG-4 AVC en vez de MPEG2 de ISDB-T.

2.5.2. Descripción del sistema

En la transmisión, una o más entradas contenido en el haz de datos TS, definidas en el sistema MPEG-2, se deben remultiplexar obligatoriamente para crear un único TS. Ese TS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio, y debe obligatoriamente ser entonces enviado como una señal OFDM común.

La transmisión digital terrestre debe utilizar obligatoriamente el *time interleaving* para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo.

El espectro de la radiodifusión de televisión digital debe obligatoriamente consistir en 13 bloques OFDM sucesivos, con cada segmento ocupando 1/14 del ancho de canal de televisión.

Un segmento OFDM debe obligatoriamente tener una configuración que permita la conexión de múltiples segmentos para abastecer un ancho de transmisión que atienda a la necesidad del medio.

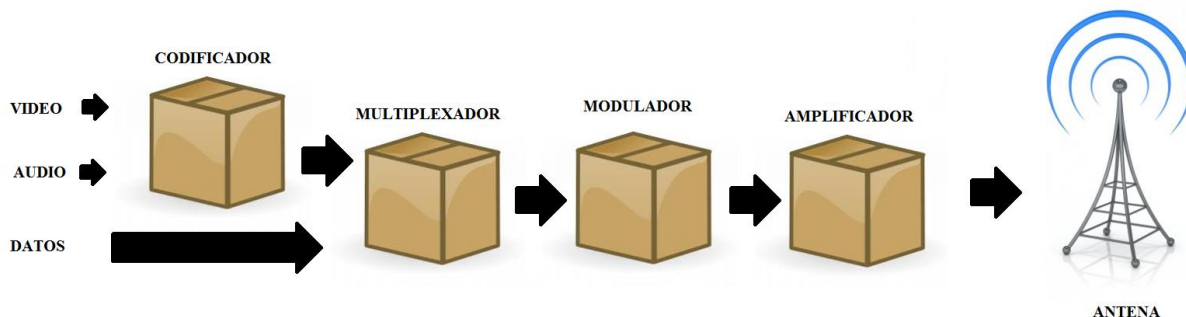


Figura XIV. Sistema General de Transmisión SBTVD-T

2.5.3. Transmisión jerárquica

La codificación de canal debe obligatoriamente ser realizada en unidades de segmento OFDM. Un único canal de televisión debe obligatoriamente ser usado simultáneamente para servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil (transmisión jerárquica).

Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más segmentos OFDM. Parámetros como esquema de modulación de portadoras OFDM, tasa de inner code y de time interleaving pueden ser especificados para cada capa jerárquica. Pueden ser definidas hasta tres

capas jerárquicas, siendo que un segmento puede ser usado para recepción parcial, siendo también considerada una capa jerárquica.

El número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación de cada capa jerárquica pueden ser configurados por el radiodifusor. La señal TMCC (Control de Configuración para la Transmisión y Multiplexador) debe obligatoriamente contener las informaciones de control e informaciones necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación.

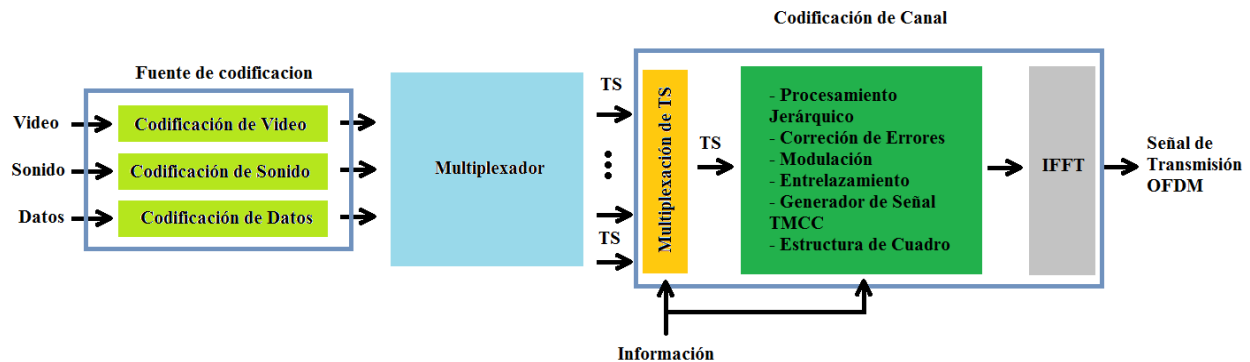


Figura XV. Diagrama en bloques del Sistema de Transmisión SBTVD-T

2.5.4. Tipos de modos de operación

Para permitir la operación de acuerdo con la distancia entre las estaciones de una SFN y garantizar la recepción adecuada ante las variaciones del canal como consecuencia del efecto Doppler de la señal de recepción móvil, debe obligatoriamente ser posible seleccionar entre tres opciones de separación de portadoras OFDM ofrecidas por el sistema brasileño. Ésas tres opciones de separación se deben identificar obligatoriamente como modos del sistema.

En el caso de Brasil, la separación de frecuencia debe obligatoriamente ser de aproximadamente 4 kHz, 2 MHz ó 1 MHz, respectivamente para los modos 1, 2 3. El número de portadoras varía dependiendo del modo, pero la tasa útil de cada modo debe obligatoriamente ser exactamente la misma en todos los modos.

2.5.5. Sistema de codificación de vídeo

El estándar japonés adoptó el MPEG-2, pero el estándar brasileño pretende adoptar el MPEG 4, que permite transmitir en el mismo canal un programa con calidad de alta definición (HDTV), informaciones de interactividad y programas adicionales con calidad de definición estándar (SDTV).

La herramienta de compresión de video del sistema de televisión digital terrestre brasileño debe estar de acuerdo obligatoriamente con la ITU-T Recommendation H.264. Los campos definidos como “reservados” o “privados” deben ser descartados.

Las herramientas de codificación deben asegurar la interoperabilidad, permitiendo la comunicación entre dispositivos fabricados por diferentes fabricantes. Las estrategias de codificación a ser implementadas por cada fabricante deben ser obligatoriamente compatibles con el estándar de codificación de video especificado en esta Norma. [4]

2.5.6. Movilidad y portabilidad

La transmisión a terminales portátiles en el estándar brasileño es una pequeña modificación del estándar japonés, mediante el concepto de recepción parcial de un segmento (1seg).

El sistema —1seg (OneSeg) utiliza codificación de video H.26418 y audio AAC encapsulado en un flujo de transporte MPEG-2. La modulación de segmento es 64-QAM, el código convolucional opera con tasa de 0.5 y el intervalo de guarda para la modulación OFDM es 1/8 (los demás parámetros OFDM son impuestos por la transmisión completa de 13 segmentos). La resolución de video máxima es 320*240 pixeles, la tasa de bits máxima del video es 128 kbps. La tasa máxima admisible para el audio ACC es 64 kbps.

Los restantes 60 kbps están reservados para transmisión de datos y servicios interactivos. Finalmente, 1seg no implementa funciones de acceso condicional ni protección de copia de contenido.

A pesar de la norma brasileña es una versión modificada de la ISDB-T, la transmisión para dispositivos móviles es igual al estándar japonés. Pero hay cambios introducidos en el estándar brasileño. Aunque un 1seg japonés tiene los ritmos de cuadros máximos a 15fps, la norma 1seg brasileña los tiene a 30fps.

2.6. DTMB Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting

2.6.1. Generalidades

En el año de 1994, el gobierno chino fundó el grupo de Expertos Ejecutivos Técnicos de Televisión de Alta Definición (TEEG), cuyos miembros vinieron de varias universidades e institutos de investigación a trabajar en el desarrollo de la televisión digital. Después de que tres años de esfuerzo, el grupo desarrollaría la primera televisión de alta definición/prototipo de TDT, y fuera aplicado satisfactoriamente para transmisión en vivo del 50 aniversario del Día Nacional en 1999.

En 2001, China hizo un llamado para recibir propuestas para un estándar terrestre digital de la transmisión de televisión. DMBT (Digital Multimedia Broadcasting – Terrestrial), ADBT (Advanced Digital Television Broadcasting – Terrestrial) y TIMI (Terrestrial Interactive Multiservice Infrastructure).

La norma china fue definida en 2006 y recibió la aprobación final de la República Popular China en Agosto 2007, comenzando transmisiones en Hong Kong el 31 de diciembre 2007. Su definición estuvo a cargo de la Universidad Jiaotong en Shanghai y la Universidad Tsinghua en Beijing. DTMB es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones de la norteamericana ATSC y la europea DVB-T.

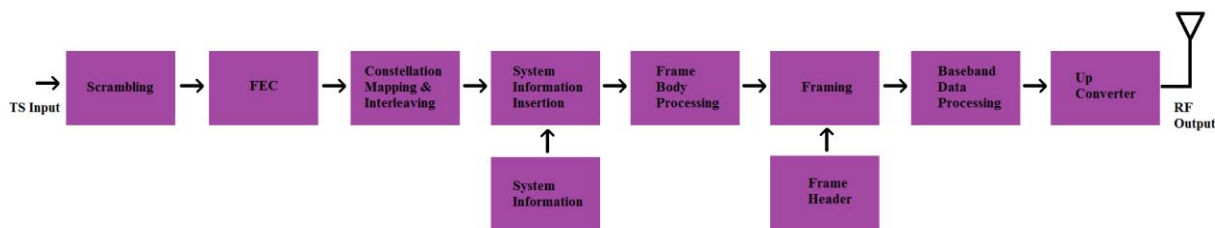


Figura XVI. Diagrama del Estándar DTMB

2.6.2. Características técnicas generales

El estándar de televisión chino DTMB posee un gran alcance de cobertura, al parecer mayor de los demás estándares existentes. Es capaz de transmitir HDTV de calidad aceptable a vehículos en movimiento a velocidades de hasta 350 Km/h. También permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia. Está diseñado para redes de frecuencia única y redes de multifrecuencia. Es un estándar que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia.

Este estándar deja la decisión de la compresión (MPEG-4 y MPEG-2), a discreción del transmisor y trabaja en anchos de banda de 6 y 8 MHz

Las Olimpiadas Beijing 2008, fueron transmitidas en China y Hong Kong a través del formato DTMB, en alta definición (720p o 1080i) y con sonido Dolby Digital 5.1.

2.6.3. Características del vídeo

Las normas de compresión utilizada en el estándar de televisión DTMB son compresión MPEG-4 y MPEG-2, siendo la compresión y descompresión diferentes en el MPEG-4, debido a que las imágenes vienen separadas en componentes de video-objetos (VOC) y componentes de audio-objetos(AOC), mejorando la compresión y descompresión del MPEG-2, cuando se presentan objetos en movimiento con una gran velocidad.

2.6.4. Características del audio

El estándar DTMB utiliza la compresión en MPEG2 y AVS (Audio Video Estándar).

2.6.5. Modulación

El estándar de televisión chino utiliza dos tipos de modulación como son el TDS-OFDM (Time Domain Synchronous OFDM) - 8VSB, el primero para modulación en definición estándar y el segundo para alta definición (HDTV). [3]

2.6.6. Movilidad

CMMB (China Multimedia Mobil Broadcasting), codificación de imagen MPEG4 H264/AVS y codificación de audio DRA, se considera la TV móvil como una extensión de televisión radiodifundida, a diferencia de los demás estándares es una norma híbrida Terrestre-Satelital.

Capítulo 3

Dividendo Digital

CAPÍTULO 3. DIVIDENDO DIGITAL

3.1. ¿Qué es el dividendo digital y en qué consiste su liberación?

La televisión analógica ha utilizado para su emisión desde principios del segundo cuarto del pasado siglo XX, parte de la banda de frecuencias de VHF (47 a 230 MHz) y parte de la banda de UHF (470 a 862 MHz). La llegada de las tecnologías digitales, así como de nuevos sistemas de compresión de información, permitió reducir el número de frecuencias necesarias para la transmisión de la televisión, de modo que en el espectro necesario para transmitir un programa de televisión analógica, se pueden transmitir hasta 6 programas de televisión con tecnología digital con calidad equivalente. La migración de la televisión analógica a la digital supuso una gestión más eficiente del espectro radioeléctrico, que es un bien valioso y escaso, y permitió obtener un dividendo en forma de nuevas frecuencias disponibles, que se conoce como Dividendo Digital. Estas frecuencias disponibles pueden ser utilizadas para diversos fines, por ejemplo, nuevos programas de televisión de ámbito regional o nacional, televisión de alta definición o la prestación de servicios de banda ancha móvil.

Para que los ciudadanos puedan disfrutar del dividendo digital en forma de nuevos servicios de banda ancha móvil de cuarta generación (4G), es necesario disponer de un conjunto de frecuencias contiguo. En Europa se ha determinado que este conjunto de frecuencias será la banda de 800 MHz (790-862 MHz). En España, en la actualidad, las frecuencias disponibles por el dividendo están esparcidas, y la banda de frecuencias de 800 MHz está ocupada, en parte, por algunos canales de la TDT (canales 61 al 69 de UHF). La liberación del Dividendo Digital es el proceso de reordenación de frecuencias necesario para que la banda 800 MHz quede disponible en toda Europa. En España este proceso concluyó el 31 de Marzo de 2015. **Una vez liberadas las frecuencias, los ciudadanos pueden aprovechar los beneficios del Dividendo Digital.** En la figura IX se puede apreciar la evolución de las atribuciones de espectro en la banda de televisión, antes de la migración a la televisión digital, después de la migración, y el resultado tras la liberación del Dividendo Digital.

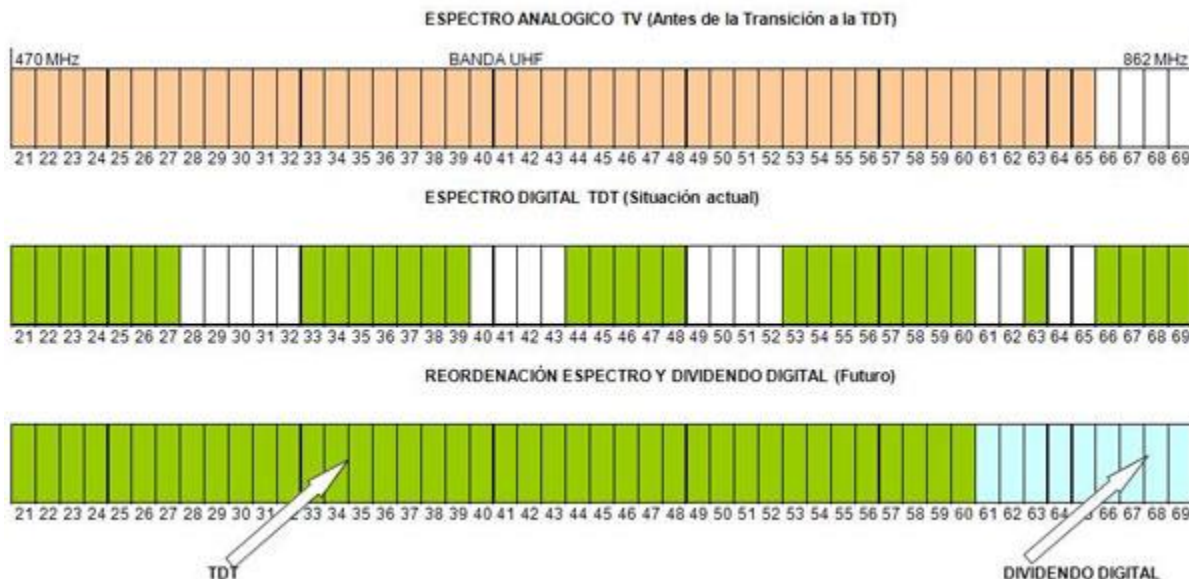


Figura XVII. Evolución de las atribuciones de espectro en la banda tradicionalmente utilizada para la emisión de la televisión 470-862 MHz.

La liberación del dividendo digital para prestar servicios de banda ancha, es buena para el desarrollo económico, numerosos estudios asocian la expansión de la banda ancha con incrementos en el crecimiento económico, mejoras de la productividad e impulso del empleo. Además, el tráfico de datos móviles, está experimentando un incremento exponencial en Europa, lo que implica una mayor necesidad de frecuencias para poder prestar el servicio con la calidad adecuada, ver figuras X y XI.

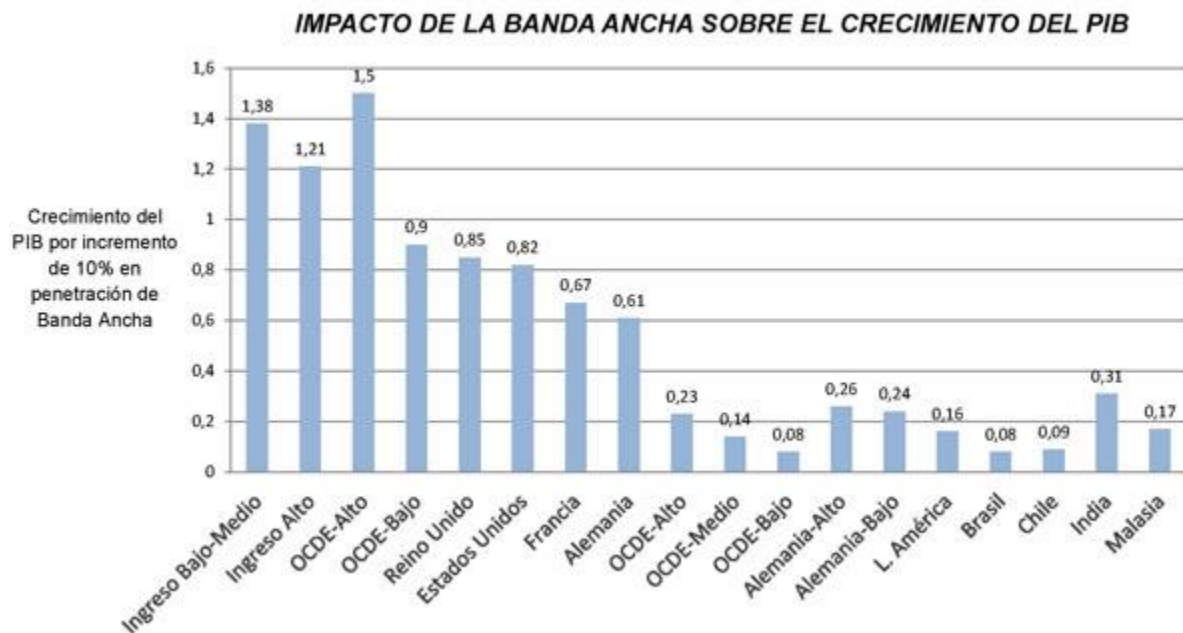


Figura XVIII. Gráfico de Contribución al crecimiento del PIB de un incremento del 10% en la penetración de la Banda Ancha en diferentes regiones en diferentes estudios. España se encuentra dentro del grupo OCDE alto nivel de ingreso.

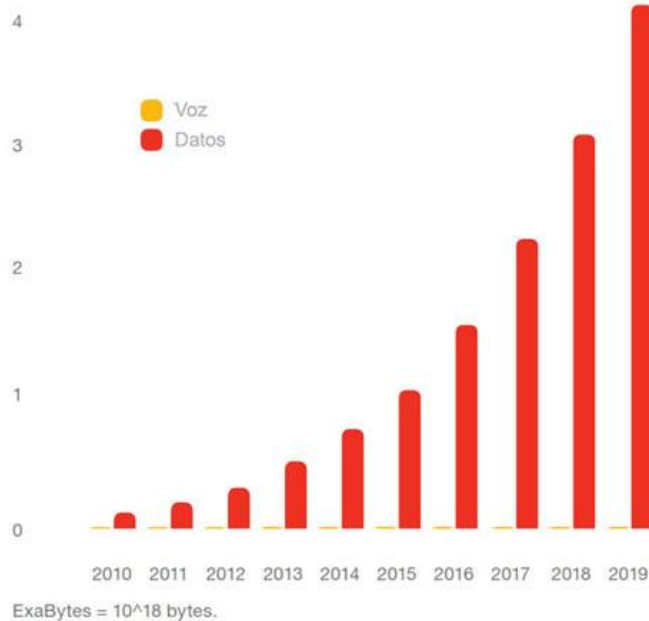


Figura XIX. Gráfico de Previsión de crecimiento de la demanda del tráfico de banda ancha móvil en Europa.

La banda de 800 MHz tiene un gran potencial para el suministro de servicios en movilidad, ya que tiene mejores propiedades de propagación y penetración en el interior de edificios que las bandas con frecuencias más altas, utilizadas en la actualidad para 3G y 4G, lo que se traduce en un servicio de banda ancha más barato y de mejor calidad para los ciudadanos.

La universalidad de la banda ancha sólo puede conseguirse de manera económicamente viable usando tecnologías inalámbricas. La banda 800 MHz representa una oportunidad única para proporcionar servicios de banda ancha en zonas rurales, disminuyendo con ello la brecha digital. Asimismo, la banda de 800 MHz es imprescindible para estimular el despliegue de los servicios móviles de cuarta generación, y la creación de nuevas oportunidades para la innovación en sectores orientados a los servicios como la salud, educación, y el gobierno electrónico. Además la disponibilidad de la banda de 800 MHz incrementará la competencia entre los prestadores de servicios de banda ancha, lo que se traducirá en una mayor eficiencia de los mercados y precios más bajos para los usuarios.

Todos estos factores han llevado a alcanzar un consenso general a nivel mundial, para disponer de manera urgente de espectro radioeléctrico adicional para banda ancha móvil. La Oficina de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la agencia especializada en telecomunicaciones de las Naciones Unidas, estimó en 2007 unas necesidades para banda ancha móvil de entre 1.280 MHz y 1720 MHz adicionales para 2020, especialmente en bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz, para reducir la brecha digital en zonas rurales y satisfacer la creciente demanda de banda ancha. Sin embargo el incremento exponencial del tráfico ha hecho que estas previsiones se hayan quedado cortas, y la UIT está realizando un nuevo estudio para re-evaluar las necesidades de espectro.

En Europa la Comisión Europea acordó el uso armonizado de la banda de 800 MHz, lo que permitirá que disfrutemos de móviles más económicos y que nuestro terminal pueda conectarse con tecnología 4G en la banda 800 MHz en toda Europa. El despliegue de instalaciones LTE en la banda 800 MHz por los operadores, será también más económico, lo que posiblemente redundará en costes más bajos del servicio para los usuarios. El motivo es que el precio de fabricación de los componentes necesarios para transmitir y recibir en la banda 800 MHz, se reduce cuantos más componentes se fabriquen. Como todos los europeos utilizaremos la misma banda se reducirá el precio de los componentes.

Desde el punto de vista regulatorio, la **Conferencia Regional de Radiocomunicaciones** de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), aprobó el Plan de Ginebra en junio de 2006, acordando el uso de toda la banda UHF 470-862 MHz (canales radioeléctricos 21 a 69) para los servicios de radiodifusión en la región 1 -esta región incluye Europa-. Sin embargo, con posterioridad, ante el crecimiento de la demanda de banda ancha, la **Conferencia Mundial de**

Radiocomunicaciones de 2007 aprobó, para la región 1, la atribución de la sub-banda de frecuencias 790-862 MHz, al servicio de comunicaciones móviles con carácter co-primario con los servicios de radiodifusión.

En el ámbito europeo, la Comisión Europea publicó en 2010 la **Decisión 2010/267/UE**, mediante la cual armonizaba las frecuencias del dividendo digital para su utilización por servicios de banda ancha móvil, para aprovechar mejor los beneficios de la banda ancha inalámbrica. Posteriormente, en 2012, la **Decisión 243/2012/UE**, establecía que los Estados Miembros, deben garantizar la disponibilidad del Dividendo Digital para servicios de banda ancha móvil antes del 1 de Enero de 2013, permitiéndose aplazamientos en casos excepcionales. España, solicitó dicho aplazamiento, que fue concedido por la Comisión Europea.

En España la regulación y planificación radioeléctrica de los múltiples digitales tras el cese de emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica fue regulado en el **Real Decreto 944/2005**, de 29 de julio, y modificado posteriormente por el **Real Decreto 365/2010**, el **Real Decreto 169/2011** y la **Ley 2/2011 de Economía sostenible**, para tener en cuenta las decisiones regulatorias que los organismos internacionales especializados en telecomunicaciones y las instituciones comunitarias adoptaron, para que la banda de 800 MHz, pueda ser utilizada por servicios de banda ancha móvil.

Mediante la promulgación del **Real Decreto 805/2014** por el que se aprueba el Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del dividendo digital se establece un nuevo escenario para la reordenación del espectro y del proceso de liberación del dividendo digital que sustituye al previsto en el Real Decreto 365/2010, 26 de marzo, por el que se regula la asignación de los múltiples digitales de la televisión digital terrestre tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

Las acciones necesarias para ejecutar las actuaciones previstas en el citado real decreto, y asegurar el cumplimiento de las previsiones incluidas en el mismo, se recogen en el **Plan de Actuaciones para la Liberación del Dividendo Digital**.

Capítulo 4

Comparación de Estándares

CAPÍTULO 4. COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES

4.1. Comparación técnica de los Estándares de Televisión Digital Terrestre (TDT).

Una vez que se describió todas las características de cada uno de los estándares en el capítulo anterior, en este capítulo se presentará las características de los estándares de forma que nos permita realizar comparaciones entre los estándares de una forma más fácil y específica para la posterior recomendación del estándar que deberá adoptarse para la transmisión de televisión abierta en forma digital en Nicaragua.

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTV-D-T	DMB-T
Compatibilidad con Cable y satelital	NO	SI	SI	SI	NO
Codificación	MPEG-2	MPEG-2 MPEG-4 en desarrollo	MPEG-2 /MPEG-4	MPEG-2 /MPEG L2 MPEG-4	MPEG-2- MPEG-4
Interactividad desarrollada	NO	NO	SI	SI	SI
Movilidad	NO	SI	SI	SI	SI
Tipos de terminales en entorno móvil	NO	Portables (con alimentación externa) celular	Portables celular	Portables (con alimentación externa) celular	Portables celular, reproductor multimedia
Consumo de energía en equipos celulares	N/A	N/A	Bajo	N/A	Medio

Tabla VII. Comparación técnica

	ATSC	ISDBT	DVB-T/H	SBTVD-T	DMB-T
Redes de Frecuencia única	Solución propietaria en experimentación	SI	SI, varias implementaciones	SI	SI
Canales de alta definición	1	½	½	1	1
Recepción HDTV mientras Se está en movimiento	Imposible	Posible	Imposible (solo con SDTV)	Posible	Posible
Recepción portátil	Imposible	Posible	Imposible	Posible	-
Sistemas de Alerta de radiodifusión	Imposible	Posible	Imposible	Posible	-
Ancho del canal	Diseñada para un Canal de 6MHZ de Ancho de banda.	Cualquier servicio es posible en 6MHZ de ancho de banda.	Diseñada para Canales de 8MHZ (Aplicable también A 7 y 6 MHZ).	Diseñada para Un canal de 6MHZ de ancho De banda.	Trabaja en Anchos de banda de 6 y 8 MHz.
Compatibilidad con GSM/ WCDMA	NO	NO	SI	NO	

Canales de TV en celulares	0	1	Hasta 30	1	15
Carga digital	Fija	En DVB-T el flujo binario es variables entre 4.98 y 31.67 Mb/s	Variable 3-23 Mbps	En un canal de 6MHZ, la tasa de transmisión puede variar entre 3065MBPS y 23.23MBPS	Variable de 4-28 Mbps en canal de 8MHZ

Tabla VIII. Comparación técnica

4.1.1. Compatibilidad con cable y satélite

Los estándares ISDB-T, DVB-T y SBTVD-T son los únicos compatibles con cable y satélite, los otros dos carecen de esta compatibilidad, a medida que avanza el tiempo el sistema puede ser mejorado usando la transmisión por medio de satélites a los lugares más remotos del país. Los métodos de codificación utilizados en todos los estándares de televisión digital terrestre son aparentemente los mismo, los cuales son dos MPEG-2 y MPEG-4, se dice aparentemente los mismo porque no es así, debido a que ciertos estándares poseen versiones más modernas que otros, el estándar que posee la versión más actualizada de codificación es el estándar SDTVD-T debido a que es un estándar creado recientemente en comparación a los demás estándares. La interactividad es entre muchas una de las ventajas que trae consigo la Televisión Digital Terrestre (TDT), pero no en todos los estándares está desarrollada, los únicos estándares en los cuales está desarrollada son DVB-T, SBTVD-T, DMB-T.

4.1.2. Movilidad

La movilidad es otra característica importante que se puede encontrar en la mayoría de los estándares, el único en el cual dicha característica no se ha implementado es ATSC, en ISDB-T se usan terminales portables (con alimentación externa) con 1 canal de tv para celulares, en DVB-T se usan terminales portables y celular con bajo consumo de batería (GSM / WCDMA) con hasta 30 canales de tv para celulares, en SBTVD-T se usan terminales portables (alimentación

externa) y celular con 1 canal de tv para celulares y en DMB-T se usan terminales portables, celular y reproductores multimedia con hasta 15 canales de tv para celulares.

4.1.3. Carga Digital

La carga digital varía según el estándar, para ATSC es de 19Mbps (fija), en ISDB-T el flujo binario es variable entre 4.98 y 31.67 Mbps, en DVB-T es variable de 3Mbps a 23Mbps, para SBTVD-T en un canal de 6MHZ, la tasa de transmisión puede variar entre 3.65Mbps y 23.23Mbps y en DMB-T es variable de 4Mbps a 28Mbps en un canal de 8Mhz.

Todos los estándares usan el concepto de Redes de Frecuencia Única (SFN o Single Frequency Network) usan este concepto con el propósito de conseguir un mejor provecho del espectro en las bandas de televisión en comparación con las que se usan en televisión analógica, que era con Red de Frecuencia Múltiple (MFN o Multiple Frequency Network).

4.1.4. Ancho de Banda

El ancho de banda del canal varía según el estándar, ATSC está diseñado para un canal de 6Mhz de ancho de banda, que permite un único canal en alta definición cuya recepción es imposible mientras se está en movimiento o usando un receptor portátil, en ISDB-T cualquier servicio es posible con 6Mhz de ancho como recepción HDTV en movimiento, recepción portátil utilizando el mismo sistema que recepción fija y permite el uso de Sistema de Alerta de Radiodifusión ante cualquier situación de emergencia, en DVB-T diseñada para canales de 8Mhz (aplicable también a 7Mhz y 6Mhz) es posible la recepción en movimiento únicamente en SDTV, imposible la recepción portátil, al igual que ATSC no es posible el uso del Sistema de Alerta de Radiodifusión, en SBTVD-T diseñada para un canal de 6Mhz de ancho de banda es posible la recepción HDTV en movimiento, recepción portátil utilizando el mismo sistema que recepción fija y el uso del Sistema de Alerta de Radiodifusión, y en DMB-T trabaja en anchos de banda de 6Mhz y 8Mhz permitiendo la recepción de HDTV mientras se está en movimiento.

4.1.5. Modulación

Los cinco estándares poseen diferentes tipos de tecnologías de modulación, tecnologías de compresión de video, tecnologías de compresión de audio y servicios de modulación cada una con sus ventajas y desventajas, el estándar que posee las mejores tecnologías es SBTVD-T debido a que como se mencionó antes es el estándar más actual que existe, y tomaron las mejores cualidades de las tecnologías de los otros estándares para crear un híbrido. En cuanto a la máxima resolución vertical y horizontal es 1152 líneas x 1920 pixeles, los únicos tres estándares con esta máxima resolución son ISDTB-T, DVB-T y SBTVD-T.

4.2. Características de los Estándares de Televisión Digital Terrestre

El enfoque del estándar **ATSC** es dirigido a la difusión de la televisión de alta definición y recepción fija. La más importante fuente de controversia del sistema ATSC ha sido su capacidad de recepción bajo difíciles condiciones de multitrayectoria, particularmente en el centro de las ciudades con muchos edificios altos que obstruyen a la antena transmisora. Bajo estas condiciones la respuesta del canal de comunicación, que idealmente debería ser plana, llega a ser altamente distorsionada, requiriendo el uso excesivo de filtros ecualizadores en los receptores. El estándar adopta para la Compresión y multiplexión MPEG-2, para video y Dolby Digital AC-3 para audio que permite la transmisión de sonido envolvente en 5 canales (surround).

La interfaz de aire es menos robusta que la del estándar europeo. La señal audiovisual requiere de un 2.5 veces menos de potencia que la europea. La interactividad en los televisores ATSC se realiza utilizando una plataforma denominada ACAP (Advanced Common Application Platform), que como un sistema operativo, está disponible para los televisores de venta libre, y permite tanto a los Canales de TV como a los Operadores de Cable enviar, cada uno por separado, datos que serán interpretados por los televisores como textos, gráficos, símbolos, imágenes, juegos, entre otras aplicaciones. Estos datos son transmitidos conjuntamente con las imágenes y sonidos y se pueden almacenar en el televisor para interactuar en forma local o utilizar cualquier canal de retorno bajo protocolo IP para interactividad remota. Las aplicaciones son muy variadas, tanto para los servicios como para el entretenimiento y abren un abanico de oportunidades para desarrolladores locales de software. El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

La Alta Definición para la TV Abierta, Libre y Gratuita no es un lujo, como lo ven otras normas de TV digital por aire más orientadas a plataformas de pago, como la norma de origen europeo DVB-T, sino una herramienta estratégica que le permite al radiodifusor mantener el autofinanciamiento necesario a través de la publicidad para seguir ofreciendo acceso gratuito de sus contenidos a los televidentes, hoy disponible en la TV analógica.

Las características de ATSC permiten mayor inclusión social ya que, al cubrir mayor distancia con un solo transmisor, garantiza la recepción de la TV Digital Libre y Gratuita también en el segundo y tercer cordón urbano, sin la necesidad de instalar retransmisores reforzadores de señal, ahorrando así costos de locación, energía, conectividad mantenimiento y seguridad.

Promueve una constante baja de precios en los receptores.

Permiten recibir las señales ATSC de la TV de aire, tanto conectados a una antena de aire, a un Cable Analógico, o a un Cable que ya digitalizó sus señales, sin la necesidad de disponer de un dispositivo extra provisto por el Operador de Cable.

ATSC, a diferencia de otras normas, postula que todas las evoluciones tecnológicas no pueden dejar sin servicio a los receptores de generaciones anteriores, garantizando y protegiendo la inversión de los radiodifusores y de los televidentes. Las ventajas del estándar son:

Garantizar una real inclusión social, al prever receptores de bajo costo para usarse en los receptores de TV analógica. La capacidad de cubrir mayor distancia con un solo transmisor, además, garantiza la recepción de la TV cuando sea únicamente digital en zonas más alejadas de los centros urbanos.

Los receptores llegarán a un valor de 50 dólares, en oposición a valores muchos más altos que se plantean desde el mercado europeo, sumando a esto la posibilidad de exportación de contenidos al mercado norteamericano que se abriría a las iniciativas de la industria, que consisten en transferencia de diseños de base para el armado de transmisores, a cambio de tomar el estándar.

Esta norma fue diseñada con una orientación a la alta definición HDTV, más no es restrictiva con los otros formatos.

El enfoque del estándar **ISDB-T** es dirigido a la robustez de la señal, la movilidad y la portabilidad, tanto para imágenes de alta calidad (HDTV) como para baja calidad (SDTV) y pequeñas pantallas como celulares, palms, etc. El estándar ISDB-T utiliza redes de frecuencia única (SFN), que permite la utilización eficiente del espectro radioeléctrico.

El estándar a través de la modulación OFDM permite mayor robustez contra multitrayecto causado por montañas, edificios, etc. Adicionalmente proporciona robustez a múltiples interferencias ("fantasma"). El estándar ISDB adopta para el sistema de comprensión de audio y video MPEG-2

Para la interactividad, el estándar ISDB-T define las conexiones de datos (de radiodifusión de datos) con el Internet como un canal de retorno a lo largo de varios medios de comunicación (10Base-T/100Base-T, módem de la línea de teléfono, teléfono móvil, Wireless LAN (IEEE 802.11), entre otros) Y con diferentes protocolos.

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- El estándar permite ofrecer ventajas sustanciales en cuanto a servicios, cobertura, robustez y mejor aprovechamiento del espectro.
- El estándar ISDB-T, presenta mayor costo en la adquisición de los receptores comparado con los otros estándares, esto se debe a la utilización de etapas de decodificación especiales.
- Para la movilidad, el estándar ofrece un chip decodificador de One-Seg que actualmente cuesta menos de US \$10 y puede ser fácilmente incorporado a cualquier dispositivo portátil con pantalla.

- Es importante resaltar que los únicos aspectos que realmente hacen diferencia son: la cantidad de transmisores y el precio de suscripción para la movilidad.

Las ventajas del estándar son:

- ISDB-T se destaca por ser un sistema robusto y flexible. Es importante resaltar que HDTV ó SDTV y la recepción por celular (One-Seg Service) puede ser transmitido simultáneamente en un canal.
- El estándar presenta una flexibilidad de servicios con el OFDM Segmentado, el cual permite la coexistencia de servicios con esquemas de modulación independientes en el mismo ancho de banda y usando un solo transmisor.
- El sistema ISDB-T permite incluir hasta ocho programas de SDTV en los 6 Mhz de ancho de banda del canal a una tasa de 2 Mbps, que permite una calidad dinámica aceptable y comparables a las actuales analógicas.
- El estándar provee el sistema de “EWS” (Emergency warning system), el cual es un sistema de alerta de radiodifusión que activa los receptores digitales y permite una solución eficaz, adicionalmente transmite informaciones sobre desastres sin congestión.
- ISDB-T ofrece EPG (Electronic Program Guides).
- El organismo de radiodifusión puede seleccionar la combinación de los segmentos de usar; elección de la serie de sesiones de esta estructura permite flexibilidad para el servicio.
- Adicionalmente, cuenta con una mayor inmunidad a las señales provenientes de multitrayectoria como son los ecos.

El enfoque del estándar **DVB-T** es orientado a la movilidad y convergencia multimedial. La normativa DVB-T admite su empleo tanto en redes multifrecuenciales (MFN: Multi-Frequency Networks), como en Redes de Frecuencia Única (SFN, Single Frequency Networks), donde todos los transmisores están sincronizados en términos de bit, frecuencia y tiempo, es decir, todos emiten lo mismo a la vez y en la misma frecuencia, lo que trae como ventaja mayor eficiencia en el espectro.

Las características del estándar permiten al DVB-T ofrecer un elevado grado de inmunidad frente a las señales reflejadas o la propagación multitrayecto.

El sistema DVB garantiza explícitamente la robustez de la señal transmitida. Esto es cierto por el uso de la banda de guarda para combatir los efectos de la multitrayectoria.

El estándar adopta para la compresión y multiplexión MPEG2, para audio y para video utiliza el MPEG-1 Layer 2, Además permite la recepción móvil de televisión.

Se utiliza el DVB-MHP (The Multimedia Home Platform) que es el estándar definido por el Digital Video Broadcasting (DVB) para ofrecer servicios interactivos. Es una versión reducida

de la máquina virtual de Java, donde se añaden un conjunto de funcionalidades extras para la adaptación al entorno de la TDT. Los perfiles son:

2. Enhanced Broadcast Profile: las aplicaciones interactivas se descargan vía broadcast. No incorpora canal de retorno en el Set Top Box (STB).
3. Interactive Broadcast: incorpora comunicaciones bidireccionales vía canal de retorno IP hacia el servidor, permitiendo la descarga de aplicaciones.

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- Conducirá a los precios más bajos, tanto para los consumidores como para los radiodifusores.
- El DVB-T permite el menor costo de equipamiento de recepción para los televidentes gracias a sus mayores economías de escala mundiales.
- Con este estándar los ciudadanos podrán adquirir decodificadores baratos ya existentes en el mercado a menos de US\$35, que permitirán el acceso a una amplia gama de nuevos servicios y mayor variedad de contenidos que contribuirían a reducir la brecha digital.

El DVB-T fue concebido para permitir todos los modelos de televisión digital: definición con calidad DVD (o estándar) o alta definición, mayor oferta de señales en un mismo canal, mejor calidad de imagen y sonido, movilidad, interactividad y convergencia multimedial.

La interactividad del estándar DVB-T y sus menores costos ampliarán las posibilidades de brindar soluciones a amplios sectores de la población de teleeducación, gobierno electrónico, acceso a Internet, entre otras aplicaciones, promoviendo la inclusión social y democratizando el acceso a las comunicaciones de la población menos favorecida.

Las ventajas del estándar europeo son:

- El estándar europeo permitirá el acceso a través de televisores y teléfonos celulares a un amplio abanico de servicios interactivos similares a los que se brindan vía Internet.
- Bajo costo – DVB es el estándar más utilizado mundialmente, lo que origina economías de escala que redundan en menores costos para los usuarios.
- Flexibilidad – DVB es un estándar abierto que permite una mayor diversidad de modelos de servicio posibles (definición estándar calidad DVD, alta definición, interactividad, recepción en dispositivos móviles, transmisión de múltiples señales en un mismo canal, Red de Frecuencia Única a nivel nacional. Generación de Inversiones y Empleo.)
- Inserción mundial – DVB permitirá a las empresas exportar equipamientos, software y contenidos a un amplio mercado y sumarse al desarrollo de la TV Digital a través de su participación en el DVB Project.
- Movilidad – DVB-T es el único estándar que facilita la TV digital móvil en forma sinérgica con GSM y 3G, a través de DVB-H.

- En términos de número de países, el estándar de transmisión más adoptado para la transmisión digital terrestre es el DVB-T.
- Está diseñado principalmente para canales de 8Mhz, pero también funciona para canales de 7 MHz y 6 MHz, en donde se utiliza la modulación tipo multiportadora la cual puede ser modulada por QPSK o diferentes niveles de QAM.
- Adicionalmente, cuenta con una mayor inmunidad a las señales provenientes de multitrayectoria como son los ecos.

El enfoque del estándar **DTMB** es combinar la propagación de espectro de frecuencia ortogonal y la división de tecnologías de transmisión múltiple.

DTMB es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones del estándar norteamericano ATSC y del europeo DVB-T. El estándar utiliza redes de frecuencia única (SFN) y de MFN.

El estándar ofrece una señal más robusta y mediante la integración de las señales de control en los datos sincronizados, enviado por separado con las emisiones digitales mediante difusión de la tecnología de espectro, los consumidores pueden, por ejemplo, utilizar dichas señales para ajustar una antena para recibir imágenes.

El estándar no define codecs de compresión (como MPEG-4 y MPEG-2), dejando esa decisión a discreción del transmisor. Eso significa que los receptores tendrán que ser capaces de descifrar múltiples formatos, lo que los haría más costosos. El estándar proporciona la capacidad para la televisión interactiva a través de la utilización de IP multicast y unicast en la parte superior de MPEG-2, que sienta las bases de los servicios interactivos, lo que permite que los dispositivos pueden usar la red IP para multidifusión y unicasting.

El estándar permite la inclusión social en los siguientes aspectos:

- La oferta al país se traduce en las economías de escala y las garantías de cubrir el territorio nacional, además de la transferencia de tecnología.
- DTMB, es capaz de proporcionar los servicios con alta velocidad de transmisión de datos y movilidad.
- Una de las bondades de la norma China, es su capacidad para la televisión interactiva, la transmisión de señal en alta definición o de definición estándar, en ambientes fijos y móviles, así como otros servicios multimedia; todo, según sus promotores con bajo consumo de energía y sin pérdida de calidad de la señal.

Las ventajas del estándar son:

- Tiene un alcance 10 Km mayor a la norma DVB-T y es capaz de transmitir HDTV de calidad aceptable a vehículos en movimiento a velocidades de hasta 200 Km/h.
- Permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia.

- Es uno de los pocos estándares que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia.
- Se destaca la robustez del estándar, como el poder refrescar la pantalla más rápido al necesitar menos cuadros de imagen y se puede corregir errores de imagen y sonido.
- Mejor recepción en los teléfonos móviles y mayor cubrimiento.

4.3. Adopción de los diferentes estándares en el Mundo

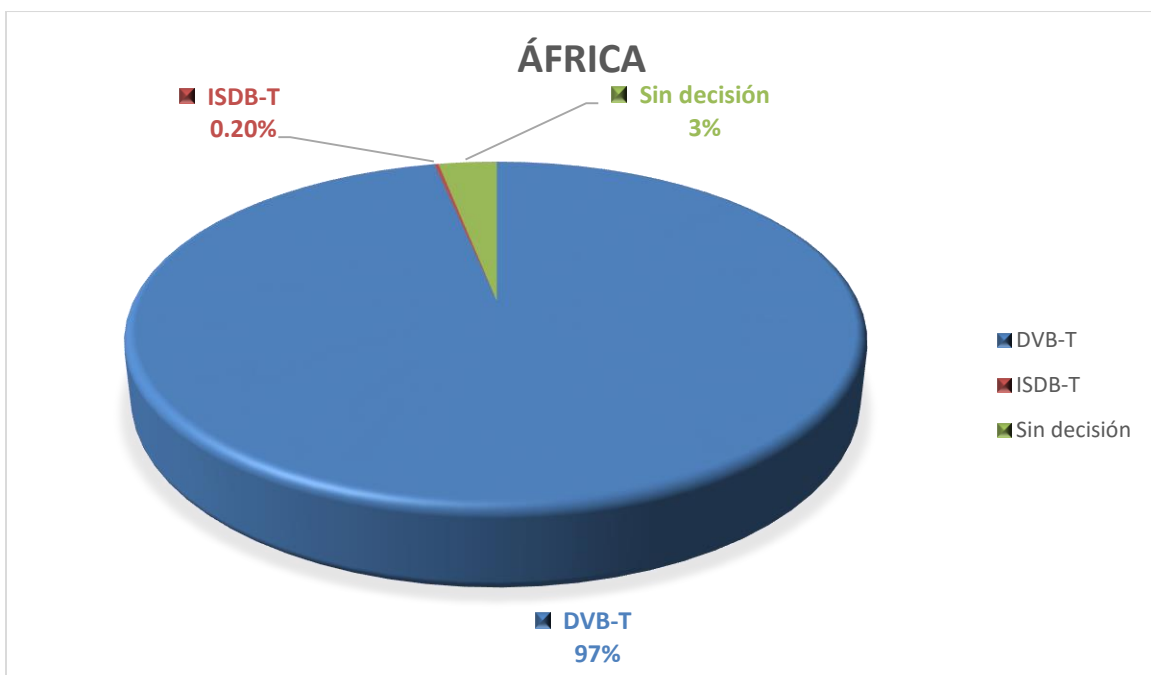


Gráfico I. Estados y Territorios de África

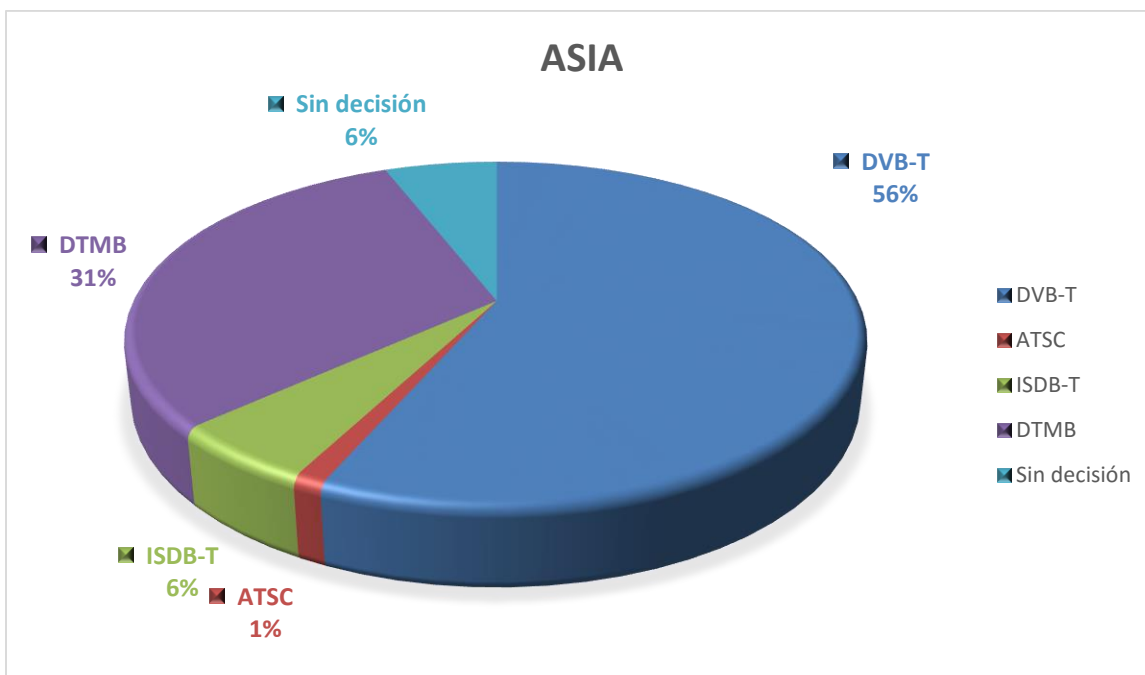


Gráfico II. Estados y Territorios de Asia

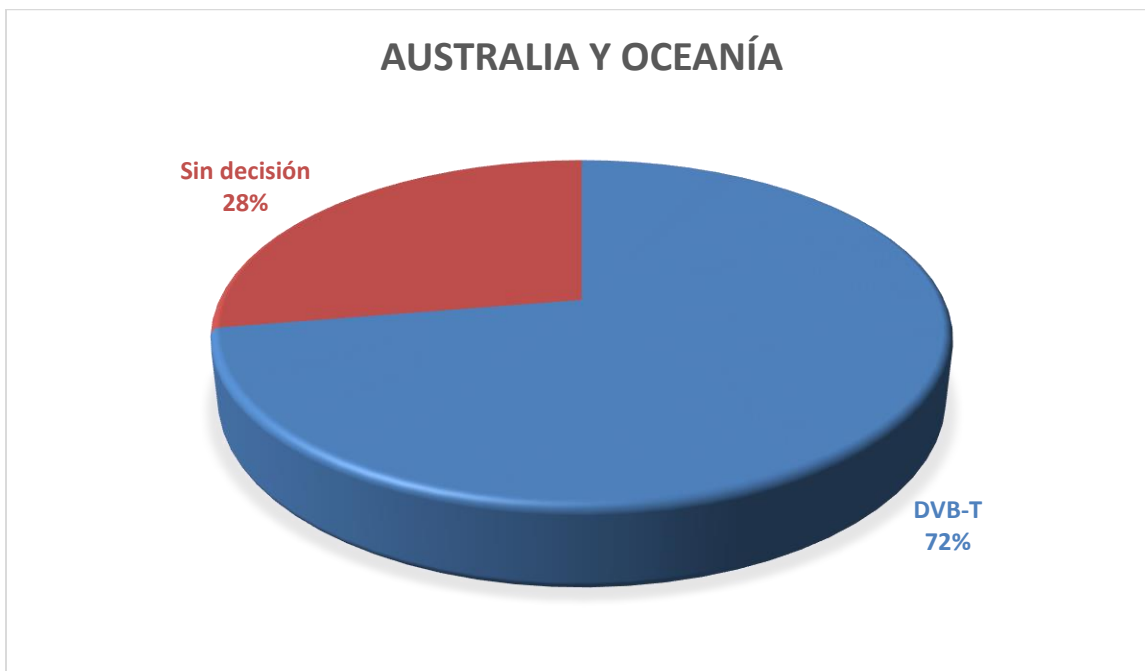


Gráfico III. Estados y Territorios de Australia y Oceanía

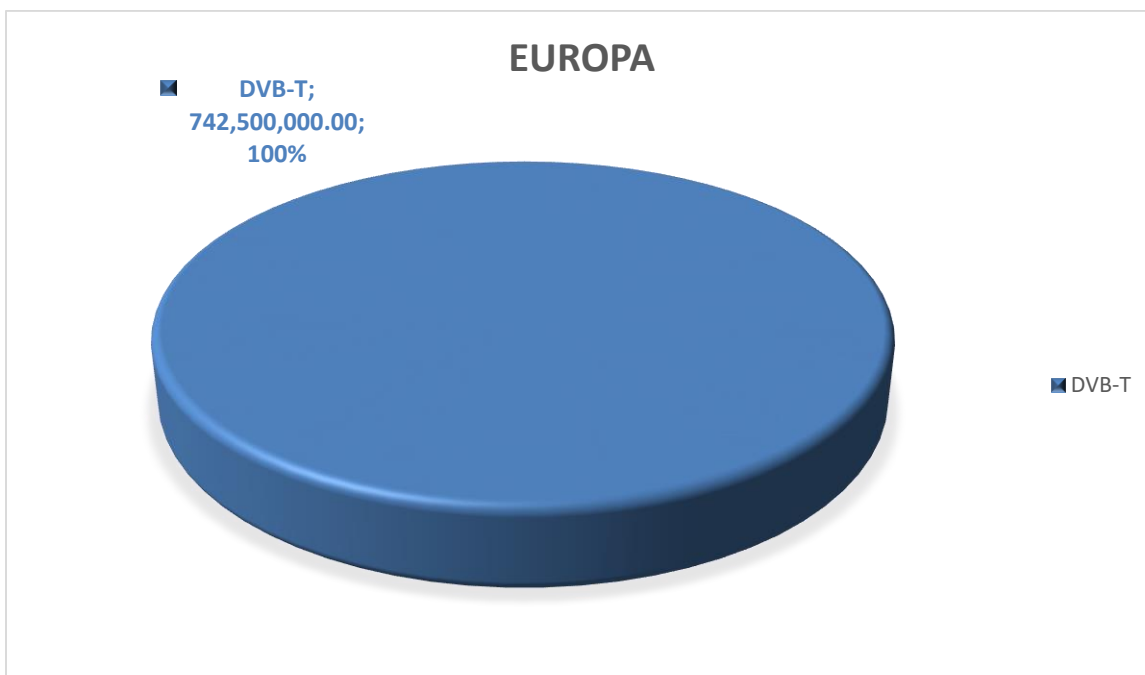


Gráfico IV. Estados y Territorios de Europa

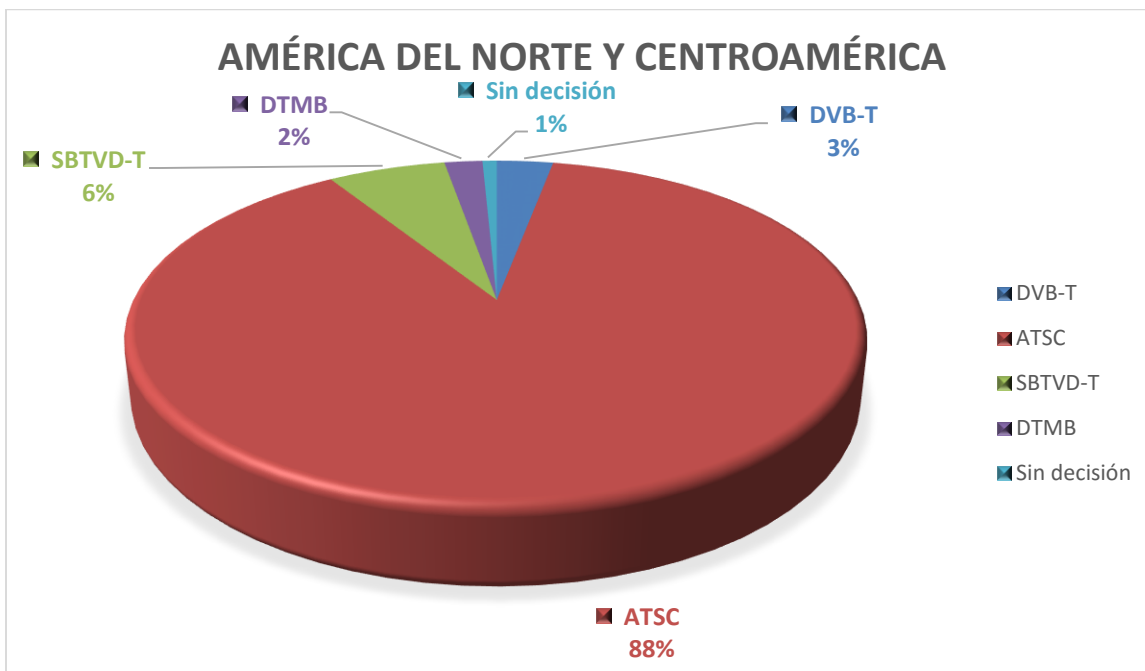


Gráfico V. Estados y Territorios de América del Norte y Centroamérica

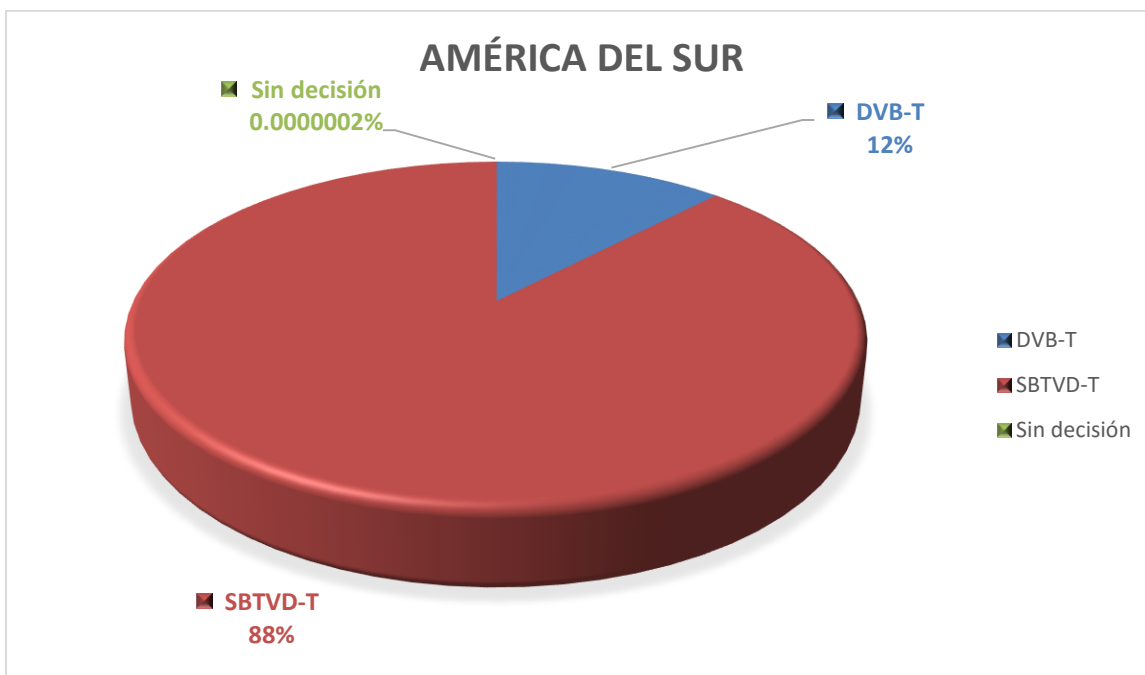


Gráfico VI. Estados y Territorios de América del Sur

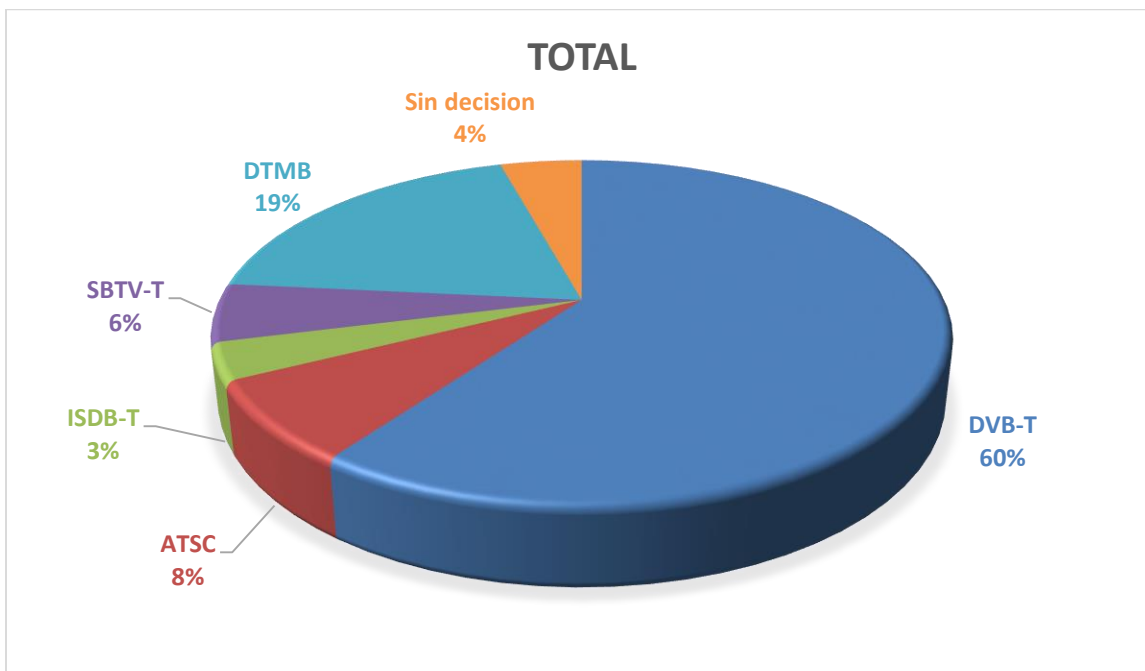


Gráfico VII. Estados y Territorios del Mundo

Capítulo 5.

Propuesta de Estándar de Televisión Digital Terrestre para Nicaragua

CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE ESTÁNDAR DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE PARA NICARAGUA

Una vez realizado el estudio y las comparaciones de los diferentes estándares de Televisión Digital Terrestre, se recomienda adoptar la norma Japonesa-Brasileña ISDB-T/SBTVD-T, para que funcione en Nicaragua como el estándar de Televisión Digital Terrestre.

ISDB (Integrate Services Digital Broadcasting) es el estándar de televisión digital y radio digital que ha creado Japón para permitir la transmisión de señales digitales de radio y televisión.

Al igual que el estándar Europeo DVB el estándar ISDB se divide en tres entandares secundarios de acuerdo al tipo de transmisión:

- ISDB-T: Terrestre
- ISDB-C: Cable
- ISDB-S: Satélite

En este caso nos interesa el estándar ISDB-T, el cual está diseñado para la televisión digital terrestre. Este estándar fue adoptado por Brasil y luego de algunas pruebas fue modificado para crear un nuevo estándar con ciertas mejoras que se detallan más adelante, al nuevo estándar se le conoce como ISDB-Tb/SBTVD o estándar Japonés-Brasileño y es el más avanzado que existe en la actualidad, aunque es una versión mejorada del estándar original ISDB-T posee su misma estructura y sus características principales.

Las características más importantes del estándar ISDB-T son:

- Puede transmitir un canal HDTV y un canal de TV Móvil para teléfono dentro de un ancho de banda de 6 MHz que es lo que ocupa un canal analógico.
- Puede transmitir hasta tres canales de SDTV en vez de un solo de HDTV por cada canal de TV.
- Permite la televisión interactiva y descargar actualizaciones de firmware para el televisor.
- Proporciona guías de programación electrónica (EPG).
- Soporta acceso a internet como un canal de retorno que trabaja para soportar la transmisión de datos.
- Puede recibir la señal solamente con una antena sobre el televisor, sin la necesidad de una antena externa.
- No presenta problemas de interferencias con los canales adyacentes.

- No presenta problemas de interferencias por ruidos impulso que vienen de motores, celulares y líneas de poder de ambientes urbanos.
- Permite la recepción de HDTV en dispositivos móviles a una velocidad de 100km/h. Lo cual no pueden hacerlo los otros estándares.
- Permite la transmisión de televisión para teléfonos móviles incluso cuando estos se movilizan a una velocidad de 400km/h.

5.1. Características técnicas

Estas características surgen debido a una serie de requerimientos para la transmisión de la televisión digital terrestre en Japón, debido a que esta es una tecnología de nueva generación y es necesario que cumpla con ciertas características que permitan una mayor optimización y rendimiento.

ATRIBUTO	REQUERIMIENTO
Alta Calidad	HDTV en 6Mhz de ancho de banda
Robustez	Robustez contra multi-pad, ruidos urbanos, desvanecimiento y cualquier otra interferencia.
Flexibilidad: <ul style="list-style-type: none"> • Del servicio • De la recepción 	Cualquier servicio es posible en 6 Mhz de ancho de banda. Cualquier sistema de recepción es posible, fijo/móvil/portátil, en el mismo ancho de banda
Utilización efectiva del recurso de frecuencias	Posibilidad de SFN (Single Frequency Network - Isofrecuencia) para reducir frecuencias
Interactividad	Armonización con la red
Transferencia de datos	Variable de 4.98 Mbps a 31.67 Mbps
Compatibilidad	Se requiere la máxima compatibilidad para reducir los costos de recepción. Especialmente en la radio digital, es deseable un estándar común.

Tabla IX. Requerimientos en Japón para la Transmisión Terrestre Digital de TV.

5.2. Características de ISDB-TB/SBTVD-T

ISDB-Tb es un estándar de televisión brasileño basado en el estándar japonés ISDB-T y que surge en el año 2006 como una nueva alternativa para la viabilidad de la televisión digital, este nuevo estándar combina la tecnología japonesa ISDB con la tecnología brasileña que implementa algunas mejoras.

Las principales características son:

- Multiprogramación, disponibilidad de hasta 4 canales.

- Interactividad que puede ser usada en distintos niveles.
- Interoperabilidad entre los diferentes patrones de TVD
- Robustez que permite recibir las distintas programaciones en todo el país.
- Movilidad
- Portabilidad
- Accesibilidad para las personas con necesidades especiales.
- Está disponible tanto en HD y SDTV.
- Utiliza MPEG-4, el cual posee más recursos tecnológicos.
- La mayoría de países de Sudamérica lo ha adoptado.

La principal diferencia de este nuevo estándar con el estándar original japonés es el uso de la tecnología de comprensión de audio y video más avanzada MPEG-4, además de un middleware nuevo e innovador desarrollado en Brasil denominado GINGA.

A pesar de contar con estas nuevas innovaciones este estándar mantiene la modulación y el sistema de transporte basado en MPEG-2 que posee el estándar original ISDB-T.

Este estándar permite ampliar la gama de nuevos servicios y una mayor variedad de contenidos que contribuirán a reducir la brecha digital del país. La interactividad de la norma ampliara las posibilidades de brindar soluciones a amplios sectores de la población de tele-educación, gobierno electrónico, acceso a internet, entre otras aplicaciones, promoviendo la inclusión social y democratizando el acceso a las comunicaciones de la población menos favorecida.

Es importante resaltar que este estándar ha sido adoptado por la mayoría de países de América del Sur. Siendo Japón y Brasil desarrolladores de sus propios sistemas y pioneros en el campo tecnológico, son países con grandes poblaciones y gran porcentaje de penetración de la televisión lo que implica que la televisión digital va a difundirse a gran escala dando lugar de esta manera a la fabricación de grandes cantidades de equipos e implementos para TDT reduciendo los costos de distribución. El nivel de producción masiva es lo que asegura la reducción de los costos para los usuarios. Se conoce que el decodificador llego a superar los 200 dólares en su primer momento, para luego ir bajando de precio hasta llegar alrededor de 80 dólares, sin embargo estos costos pueden ir disminuyendo a medida que el estándar se expanda.

Otro de los grandes beneficios que posee es el servicio de One-Seg que consiste en transmitir imágenes en movimiento a teléfonos celulares, TV para autos, computadores personales, etc., por lo que en cualquier lugar y tiempo se puede disfrutar del servicio One-Seg. Una terminal de este tipo con un enlace de telecomunicaciones podrá también recibir transmisión de datos enlazados

con internet. Recepción estable en un ambiente de movilidad. HDTV puede disfrutarse aun en el vehículo en movimiento. Robustez en contra de ruido y efectos multitrayectoria.

Tomando en cuenta que en la actualidad el índice de penetración de la telefonía celular en el país es bastante alta así como el acceso al internet a través del celular, ratifica un alto uso de los servicios que provee el teléfono móvil. Por lo tanto, elegir una norma de TV Digital que no permita brindar TV digital móvil implica limitar a priori las posibilidades de la población e incrementar los costos sociales del país.

Una distancia importante del estándar ISDB-T es el uso de un entrelazamiento, que puede configurarse para un intervalo más largo que el del estándar DVB-T, eliminando una de las debilidades de la norma europea, sensibilidad al ruido impulsivo.

Es muy importante señalar que la decisión final depende del Gobierno, quien debería de analizar la situación del país, y realizar una negociación apropiada sobre los beneficios y ventajas que ofrecería el país dueño del estándar que se adopte, lo cual es muy importante para una mejor adaptabilidad de esta tecnología debido a que Nicaragua debería contar con el stock necesario de equipos y repuestos, capacitación y asesoramiento técnico, es decir que la transferencia de tecnología sea abierta. Esto favorecería el desarrollo tecnológico y económico del país.

5.3. Aspectos sociales

La TDT es considerada como una nueva forma de ver televisión debido a que amplía los recursos de la misma y además presenta mayores beneficios que la televisión actual. Dentro de los beneficios que trae consigo la TDT se tiene por ejemplo el aumento del número de canales, la interactividad con el usuario, nuevos contenidos, etc., todos estos nuevos aspectos cambiarán la forma de ver televisión, puesto que ya no será una televisión unidireccional con ciertos contenidos específicos.

El factor social más relevante que contempla la TDT es el nivel socioeconómico, ya que no todas las personas tendrán acceso a un televisor que les permita acceder a las ventajas de la tecnología digital, sino que se mantendrán con el mismo televisor analógico. Es por esta razón que es muy importante tomar en cuenta estos aspectos en el proceso de la migración hacia la televisión digital.

Al producirse el apagón analógico se considera que la cantidad de espectro liberado sea utilizado para otros servicios.

La cobertura de la TDT Tiene mucha importancia debido a que esta se irá incrementando a medida que se vaya desarrollando las transmisiones digitales en el país y al mismo tiempo se produzca el cierre de las transmisiones analógicas. Es considerable que al momento que se dé la

migración sea un proceso lento pero a medida que avance es posible que se logre una cobertura por lo menos igual a la que tiene la televisión analógica.

La oferta audiovisual tendrá un incremento muy grande con la TDT, ya sea por el aumento de canales como por la interactividad que puede brindar

Nuevos servicios están contemplados para una televisión activa con oferta de servicios televisivos, esto quiere decir que ya la televisión no será un elemento pasivo que solo espera ser observado, sino que será un elemento que interactúe con el usuario, es por esto que los usuarios deberán aprender a familiarizarse con estos nuevos servicios que traerá consigo la TV digital.

La interoperabilidad es un factor importante dentro del entorno social para la TV digital, debido a que los equipos deben ser compatibles para que todos los usuarios puedan tener acceso completo a la oferta del mercado.

5.4. Aspectos económicos

El cambio tecnológico que trae consigo la TDT es bastante costoso, sobre todo para los radiodifusores, puesto que los equipos que se requieren para transmitir la señal digital tienen precios elevados, es por esto que es importante realizar un estudio económico para analizar los costos que se pudieran dar en el proceso de la migración a la TV digital. Los radiodifusores deben de tener en cuenta que la inversión de la TV digital es una inversión a largo plazo.

Los usuarios también se verán afectados por este cambio, debido a la necesidad de adquirir ya sea televisores que tengan incorporado el sintonizador digital o decodificadores que posibiliten la recepción de la TDT.

5.5. Principales actores económicos que intervienen en la TDT

Los actores económicos que intervienen en la TDT son muy importantes debido a que permiten el surgimiento de la televisión, ya que esta depende de todas estas industrias que hacen posible que la señal generada en un estudio de televisión pueda llegar hasta el televidente, para lograr todo esto es necesario que los radiodifusores ofrezcan un servicio de buena calidad y que sea atractivo para el usuario, garantizando así una mayor recepción.

Por este motivo es necesario analizar cada uno de los actores económicos para tener una idea de cómo tendrán su desarrollo con la TV digital.

Las **empresas privadas** son uno de los factores, dentro de ella tenemos la industria de contenidos, ya que se generan muchos contenidos con la TDT debido al aumento de canales así como de programas de televisión, los contenidos sobre la información adicional que acompaña a un programa de televisión para informar acerca de ciertos eventos, la industria de contenidos se ampliara de tal manera que se van a generar muchos ingresos económicos, por lo tanto que esta

industria deberá de crear programas y servicios que sean atractivos al usuario para que así pueda darse una transición más rápida hacia la televisión digital terrestre.

Los canales de televisión digital ocupan menos ancho de banda que un canal analógico, por lo que esto implica que con la TDT se podrán introducir más canales, teniendo la posibilidad de que puedan ingresar más operadores mejorando y aumentando la oferta actual como canales de televisión privados.

Con la TDT se necesitaran nuevos equipos tanto para la transmisión como para la recepción de la señal digital, es por esto que los fabricantes ya están desarrollando equipos con las nuevas tecnologías de televisión digital. La migración hacia la TV digital es un proceso que ira avanzando lentamente, por lo que no todas las personas adquirirán un TV digital sino que obtendrán un decodificador (“set top box”) que permite recibir la señal digital en los televisores analógicos.

Un gestor de multiplex es un nuevo agente propio de la televisión digital y es el encargado de unir en un solo canal de radiofrecuencia los programas de televisión digital, el canal de datos y el conducto o acción descendente de la interactividad.

Un gestor de interactividad es otro agente propio de la televisión digital que se encarga de gestionar el producto de los canales de retorno a los usuarios, su tarea no es más que brindar al usuario la opción de escoger los servicios que desee utilizar en un determinado momento y regresar esa información solicitada.

Un transportador de señales digitales de televisión realiza el mismo trabajo que un transportador de señales analógicas, su funcionamiento consiste en transportar los contenidos desde las estaciones de televisión hasta los centros de transmisión para luego transmitirlos y distribuirlos hacia los hogares mediante ondas terrestres.

Los ingresos por publicidad es una **fuentes de financiación de televisión**, por no decir el principal medio al igual que para la televisión analógica. Los costos de transmisión de la publicidad entre programas son caros y dependen del horario que se transmiten, es por eso que los operadores de televisión se disputan el nivel de audiencia ya que con una mayor audiencia aumenta el costo de la publicidad. También están los ingresos por programas pagados.

Además está la inversión y los costos de implementación, estos incluyen: inversión en las operadoras de televisión, costos para la transmisión (comprensión, multiplexación y transmisión), costos de la recepción (televisor, decodificador).

5.6. Experiencias internacionales

Después de Japón, el sistema ISDB-T, fue adoptado por Brasil en el 2006. Posteriormente, en abril de 2009, lo adopta Perú; en agosto de 2009, Argentina, país que dejó de un lado una

decisión anterior sobre el sistema ATSC. En septiembre de 2009, es adoptado por Chile; en octubre de 2009 por Venezuela; en marzo de 2010 por Ecuador, en mayo de 2010 por Costa Rica, el 1 de junio de 2010 por Paraguay y el 27 de diciembre de 2010 por Uruguay (dejando de un lado una decisión del año 2007 sobre el sistema DVB-T).

Actualmente, son varios los países sudamericanos que se encuentran en el proceso de decidir una norma de transmisión de televisión digital para lo cual realizan diversas pruebas técnicas donde se comparan los diversos sistemas de TDT, en las cuales la norma ISDB-T, destaca sobre los otros sistemas por su resistencia a las interferencias. A mediados de 2009, Mozambique se convirtió en el primer país africano en iniciar pruebas experimentales del sistema japonés-brasileño

A continuación se presenta la lista de países que han adoptado el estándar ISDB-T:

En Japón ISDB-T fue adoptado para las transmisiones comerciales en Japón en diciembre de 2003. Abarca actualmente un mercado de cerca de 100 millones de televisiones. ISDB-T tenía 10 millones de suscriptores para el final de abril de 2005. Junto con el uso amplio de ISDB-T, el precio de STB está bajando. El precio de ISDB-T STB en el extremo inferior del mercado es ¥19800, o el equivalente en dólares de los E.E.U.U. de \$169 al 19 de abril de 2006.

El 24 de julio de 2011, en Japón dejarán de transmitir televisión de manera analógica entrando de lleno a la televisión digital. El problema es que los nipones que no tengan un aparato adecuado, se quedarán sin poder sintonizar la TV, y eso incluye a un millón de hogares que presentan pocos ingresos y que necesitan de beneficios sociales.

Es por eso que el gobierno japonés distribuirá un millón de sintonizadores digitales de funcionalidades simplificadas a igual número de hogares y ya han encargado a los fabricantes que presenten propuestas con un costo de menos de 5.000 yenes (46 dólares), lo cual es un cuarto del precio que estos dispositivos tienen actualmente en el mercado. Los sintonizadores permiten recibir la señal digital en televisores análogos y significarán una inversión de más de 46 millones de dólares.

El servicio de televisión para receptores portátiles o teléfonos celulares llamado One Seg service” empezó a comercializarse en Japón a partir de abril de 2006. Desde entonces se ha incrementado expansivamente el número de los usuarios de One Seg en la sociedad japonesa hasta llegar a una cifra de 38 millones. El motor de este inesperado crecimiento consiste principalmente en la generación joven, para quien es más familiar el uso del celular.

En Brasil, que se utiliza actualmente la norma analógica de TV PAL-M, ha decidido adoptar el estándar ISDB-T con algunas modificaciones propias, según las necesidades de dicho país, llamándolo SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital-Terrestre, Sistema Brasileño de Televisión Digital-Terrestre) o ISDB-Tb (ISDB-T Built-in, IDSB-T incorporado). ISDB-Tb se

diferencia de la norma original en que utiliza el codec de video H.264/MPEG-4 AVC en lugar del MPEG2, propio de ISDB-T.

El grupo conjunto de las sociedades brasileñas ABERT (Asociación Brasileña de Emisoras de Radio y Televisión) y SET (Sociedad Brasileña de Ingeniería de Televisión) hizo pruebas comparativas entre los 3 estándares de TDT bajo supervisión de la fundación de CPqD en el año 1999, siendo seleccionado ISDB-T como la mejor opción entre las normas existentes, por ser el más flexible para resolver las necesidades de la movilidad y de la portabilidad. El 29 de junio de 2006, el gobierno de Brasil anunció que adoptaría la modificación de la norma japonesa, SBTVD (ISDB-Tb) como el estándar elegido para las transmisiones digitales, que se pondrá en ejecución completamente antes de 2016.

Después de un periodo de pruebas, estaba en el aire oficialmente el 2 de diciembre de 2007, en la ciudad de São Paulo.

Perú es el pionero de la Televisión Digital Terrestre en la Sudamérica. En su caso, a inicios de 2008, fue presentado a la Comisión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) que evaluaba los sistemas de Televisión Digital Terrestre, el estándar ISDB-Tb. Fuentes del gobierno brasileño informaron entonces, que éste era uno de los favoritos a ser elegido por la comisión, ya que, de los sistemas existentes de HDTV, el más adecuado para la difícil geografía de Perú.

En enero de 2009, la cadena América Televisión inició sus transmisiones experimentales de televisión digital, utilizando el estándar ISDB-T a través del Canal 31 en Lima, contando con el asesoramiento de técnicos japoneses y brasileños.

El 23 de abril de 2009, tras aceptar la recomendación propuesta por la Comisión Multisectorial, el Gobierno Peruano hizo pública la decisión de adoptar el estándar ISDB-Tb con las mejoras tecnológicas que hubiera al momento de su implementación.

La cadena ATV que realizaba pruebas en Lima de TDT en ATSC desde 2007, cumpliendo la nueva normatividad, cambió en agosto de 2009 sus emisiones de prueba al sistema ISDB-Tb con señales tanto en One Seg como HD.

El 5 de septiembre de 2009, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones anunció que el "apagón analógico" en Lima está previsto para el 28 de febrero de 2020. El 13 de febrero de 2010, LG lanzó a la venta en Lima, los primeros modelos de televisores digitales HD con sintonizador ISDB-Tb incorporado, teniendo el modelo más económico de 32" un costo de US\$ 830. Una semana después Movistar puso a la venta los primeros celulares con recepción de Televisión Digital ISDB-T One Seg.

En Argentina, el protocolo para la cooperación técnica con Argentina fue cerrado el 28 de agosto de 2008, el siguiente paso fue formalizar un acuerdo de los Ministros de Comunicaciones de Brasil, Helio Costa, y del vecino país de Planificación, Julio De Vido. Este es el paso más

importante para que la Argentina adopte el sistema brasileño de TV digital, con tecnología japonesa. "Brasil está dispuesto a firmar, ahora depende de Argentina. Ya concluimos la parte técnica", dijo entonces una alta fuente del gobierno brasileño. Los términos del protocolo técnico con la Argentina proporcionan un sistema único para ambos países y un intercambio de tecnologías de la información y el uso de equipos científicos y las plantas. Habrá formación de científicos y otros investigadores.

El acuerdo proporciona el montaje de empresas mixtas para la producción de bienes de electrónica de consumo. En virtud de un punto de vista técnico, esto es como una "fuerte entre los dos países y debe ser desarrollado en el contexto del Mercosur. El mercado es muy grande, porque Brasil tiene 52 millones de hogares con TV abierta y la Argentina, unos 13 millones, cifras atractivas para cualquier fabricante.

El 23 de abril de 2009, conocida ya la adopción de Perú del estándar japonés-brasileño, la Presidenta Cristina Fernández luego de una reunión con el Presidente de Brasil Luiz Inacio Lula da Silva en Buenos Aires, anunció que Argentina está más cerca de adoptar el sistema de ISDB-T, pero desea que parte de la tecnología para ponerlo en funcionamiento se fabrique en el país.

El 26 de agosto de 2009, el Ministro de Comunicaciones de Brasil, Hélio Costa, anunció que el Secretario de Comunicaciones argentino, Lisandro Salas, le confirmó la decisión de Argentina que adoptó la norma de TDT vigente en Brasil ISDB-Tb.

Chile también mostró interés en el sistema de TV digital brasileño (ISDB-Tb). En abril de 2009, los embajadores de Brasil y Japón fueron a ese país y transmitieron algunas de sus propuestas.

El lunes 14 de septiembre de 2009, se anunció la adopción de la norma ISDB-Tb con MPEG 4 creado por Japón y adoptado por Brasil, debido a su mejor recepción dadas las condiciones geográficas del territorio, la posibilidad de recepción en aparatos móviles, el despliegue en la alta definición y una mayor diversidad de canales.

En Venezuela el 21 de julio de 2009, el entonces, Presidente Hugo Chávez aseguró que su administración evaluaba además del sistema japonés, el sistema europeo DVB-T, el sistema japonés-brasilero y el sistema chino DTMB. Se descartó desde un principio el estándar ATSC, debido a que no correspondía con el ideal socialista del Gobierno actual. También destacó que la transferencia tecnológica era una condición indispensable para el acuerdo con el proveedor del sistema de televisión digital. El 9 de agosto de 2009, nuevamente el mandatario venezolano declaró que estaba «a punto de cerrar el acuerdo con Japón y Brasil para instalar el sistema más avanzado de televisión digital en Venezuela». Y el 6 de octubre de 2009, Venezuela adoptó oficialmente ISDB-Tb como su estándar de TDT, según anunció el Ministro del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias, Jesse Chacón, quien también declaró que con este sistema, Venezuela entrará plenamente a la era digital gracias a que el estándar japonés ISDB-T, tendrá ciertas mejoras técnicas añadidas por Brasil, lo que otorga a Venezuela un

modelo más avanzado y con mayor capacidad tecnológica. Además enfatizó que más allá de las ventajas tecnológicas que traerá al país el estándar digital japonés, el mayor beneficio será «el valor de inclusión social que queremos desarrollar en Venezuela».

En Ecuador el 9 de diciembre de 2009, un sitio web tecnológico de Brasil informó que ya era prácticamente un hecho la adopción por parte de Ecuador del sistema japonés brasileño y que solo se esperaba unos formalismos legales para proceder al anuncio oficial.

El 24 de marzo de 2010, la prensa ecuatoriana informó que Ecuador decidió escoger el estándar tecnológico japonés-brasileño para la aplicación de la TDT en el país. Lo que se oficializó el 26 de marzo de 2010, cuando el Superintendente de Telecomunicaciones Fabián Jaramillo, anunció que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (Conatel) aceptó la recomendación de la Superintendencia de Telecomunicaciones que se inclinó por la norma japonesa-brasileña de televisión digital ISDB-Tb/SBTVD, siendo en consecuencia adoptada como norma de televisión digital terrestre en Ecuador. Luego, representantes del gobierno ecuatoriano suscribieron memorandos de cooperación con sus pares de Brasil y Japón.

En Costa Rica desde el 17 de diciembre del año 2009, una subcomisión técnica ha estado al cargo de llevar a cabo pruebas de campo de los estándares estadounidense, europeo y japonés-brasileño, ATSC, DVB-T e ISDB-TB, optando finalmente por este último en un informe que remitió al Ministro de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones costarricense, Jorge Rodríguez. Finalmente, el presidente Óscar Arias Sánchez, firmó el decreto da luz verde a la adopción oficial del ISDB-TB como norma para la televisión digital terrestre. Tras su publicación en el 26 de mayo del 2010 en el boletín oficial La Gaceta, Costa Rica viene a sumarse en el apoyo al ISDB-TB a otros países en América Latina como Brasil, Perú, Argentina, Chile, Venezuela y Ecuador.

En Paraguay luego de más de un año de evaluaciones en las que resultó favorecido tanto por el sector público como el privado (conformado por empresas difusoras de TV terrestre y telefonía móvil), Paraguay adoptó el sistema japonés-brasileño el 1 de junio de 2010 a través del Decreto 4.483 firmado por el presidente Fernando Lugo, que dispone la adopción oficial del sistema ISDB-T para la televisión digital en el país.

En Filipinas inicialmente se inclinó hacia el sistema DVB-T, pero no entró en funcionamiento. Posteriormente, se informó que Japón solicitó a las autoridades adoptar el ISDB-T. El 11 de junio de 2010, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Filipinas adoptó oficialmente el estándar ISDB-T.

En Bolivia, durante un seminario sobre TDT desarrollado a mediados de 2009, se informó que el estándar japonés-brasileño era el más indicado para el país. Luego en mayo de 2010, se realizaron pruebas técnicas de la televisión digital terrestre, mismo que estuvo a cargo de una Comisión Técnica Interinstitucional a la cabeza del Viceministerio de Telecomunicaciones, conformada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Telecomunicaciones y Transportes, la Empresa

Estatad de Televisión Bolivia TV, la Universidad Mayor de San Andrés y la Universidad Católica San Pablo.

El 5 de julio de 2010 el canciller boliviano, David Choquehuanca, hizo el anuncio oficial de la adopción del sistema ISDB-Tb para Bolivia. Dicho anuncio oficial en La Paz, se realizó en un acto con el embajador japonés en Bolivia, Kazuo Tanaka.

Posteriormente, el 20 de julio de 2010, se firmó un Memorando para la implementación de la Televisión Digital Terrestre en el Estado Plurinacional de Bolivia, con el estándar ISDB-T, dicho memorando se firmó entre el Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda de Bolivia y el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones de Japón.

El 16 de marzo de 2011, se promulgó el Decreto Supremo No 0819, en el cual se adopta el estándar ISDB-T con codificación H.264, MPEG-4 con las mejoras tecnológicas que hubiere al momento de su implementación, como sistema para transmisión y recepción de Televisión Digital Terrestre en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Uruguay adoptó el 27 de Diciembre del 2010 de manera oficial la norma ISDB-Tb. Decisión que se formalizó con el Decreto 77/2011 del 17 de febrero de 2011, a pesar que originalmente se había optado por la norma DVB-T/DVB-H.

En Botsuana inicialmente usaron el estándar DVB-T, pero decidieron usar el sistema ISDB-Tb, que fue adoptado el 26 de febrero de 2013, siendo el primer país africano en adoptar dicha norma, quedando como el único país africano con este estándar de Televisión Digital.

Belice adoptó el sistema ISDB-Tb. Las Islas Maldivas adoptó el sistema ISDB-T, el 11 de octubre del 2011. En Tailandia este sistema está en evaluación. En Guatemala el sistema ISDB-T, fue adoptado el 31 de mayo del 2013, en base al acuerdo del gobierno 226-2013 publicado en el Diario Oficial. Con esto Guatemala se suma al país número 14 en adoptar este sistema.

CONCLUSIONES

Con el surgimiento de la TDT, en Nicaragua se podría optimizar de mejor manera el uso del espectro radioeléctrico que en la actualidad es un recurso natural escaso, debido al ancho de banda que ocupan las transmisiones analógicas; por lo tanto, dicho recurso se puede optimizar mediante la operación en redes de frecuencia única y la multiplexación del canal de 6 MHz, consiguiendo una mayor robustez de la señal ante interferencias perjudiciales.

Se debe indicar que en los sistemas de Televisión Digital Terrestre, las principales diferencias que en su momento son debilidades de uno u otro sistema, con el avance de la tecnología son superadas rápidamente y día a día crecen sus beneficios.

No solo las ventajas y desventajas de un estándar son importantes al momento de decidir un sistema, en la decisión también se tiene que tomar en cuenta al mercado de equipos, ya sea, la creación de industrias en países vecinos o por compras masivas para el mercado latinoamericano, reduciendo los costos para el usuario, pudiendo tener acceso a variedad de modelos y de bajos costos, de pasar lo contrario la transición sería más difícil y se estancaría el proceso.

Existen otros factores que influyen en el desarrollo y evolución de la transmisión digital de televisión: el apoyo que reciba por la sociedad, o por el ente regulador; las inversiones que sean realizadas por los operadores o concesionarios para brindar una cobertura similar a la que se tiene con las señales analógicas, la creación de un mercado masivo de receptores con variedad técnica y económica, las nuevas industrias que se involucran en el desarrollo de los nuevos servicios.

También se debe tomar en cuenta que la población en general, inicialmente se ve atraída por esta tendencia tecnológica, esto depende del “aislamiento tecnológico” que tiene ciertos sectores de la población, de la situación económica para adquirir un equipo digital y acceder a servicios interactivo (influye la edad del televidente). Es del conocimiento general que los jóvenes son quienes más rápido aceptan y utilizan un nuevo dispositivo electrónico.

A mediano o largo plazo es posible que la televisión digital cree nuevas condiciones mercados para todos los agentes. Si ponemos de ejemplo a Estados Unidos y Europa la adopción de la televisión digital ha sido conducida de modo que pueda competir con la televisión por pago y con los nuevos medios electrónicos.

El estudio y las comparaciones de los diferentes estándares de Televisión Digital Terrestre, nos llevan a la conclusión, que el sistema ISDB-T es el estándar más adecuado para ser adoptado en Nicaragua por sus características y las condiciones del país. En la actualidad la mayoría de los países latinoamericanos adoptaron el estándar japonés con su variante brasileña, por tanto, su implementación en nuestro país tendría un costo accesible.

La implementación de la TDT ayudaría de mucho en el país, porque de cierta manera influye en el desarrollo económico por su desarrollo tecnológico.

El cambio de la televisión analógica a digital nos brindará la posibilidad de ver más canales de televisión y con mayor calidad de sonido e imagen, esto ha creado muchas expectativas respecto a la televisión digital, sobre todo, en las zonas donde la transmisión analógica se recibe con muchos problemas.

Se quiso hacer un mayor análisis en los costos de implementación y la condición de infraestructura actual del país pero por la falta de información no se pudo lograr con este objetivo, quedando pendiente este punto.

Si todos los países de Latinoamérica, escogieran el mismo estándar los fabricantes de equipos producirían regionalmente y los equipos serían más accesibles, pero no es así, ya que algunos países tomaron la decisión por un sistema de televisión digital. Para abastecer los mercados es necesario crear industrias locales para la fabricación de receptores en forma masiva, fabrica decodificadores (Set Top Box) y se estima que tienen un valor de 35 a 150 dólares, dependiendo de las funciones y los equipos que tienen compatibilidad con MPEG-2.

Con este breve pero significativo estudio, se pretende que sirva de base para realizar una investigación más profunda sobre la implantación de la Televisión Digital Terrestre TDT en Nicaragua a mediano plazo.

.

RECOMENDACIONES

La consolidación total de la televisión digital terrestre es un proceso que necesita tiempo. Requiere de varias etapas de implementación y cobertura para alcanzar la misma aceptación que ha logrado la actual televisión analógica. Esta lentitud en el proceso hará que, en principio, las estaciones que inicien a transmitir en digital cuenten con un reducido número de receptores y probablemente operen y den mantenimiento al sistema con sus propios recursos. Este panorama resulta difícil para los concesionarios en los inicios de la televisión digital terrestre en el país.

Para los concesionarios, la televisión de alta definición es una opción natural por cuanto no requiere cambios organizacionales mayores, se trata de un servicio de televisión convencional pero de mejor calidad de video y sonido.

Los concesionarios también deben tomar en cuenta las transmisiones simultáneas, es de decir, que se debe ofrecer paralelamente la programación en el sistema actual análogo y también en la nueva tecnología digital, esto involucra un gasto mayor dentro de las radiodifusoras, ya que, la edición del programa no es la misma y se debe invertir en las dos.

Se debe tener presente que la inversión más fuerte es para los canales de televisión, cuya inversión no es recuperable a corto plazo, sin embargo, a medida que aumenta la demanda del televidente y con el pasar de unos años, planificando ahora correctamente los servicios que se desea prestar, podría ser una fuente que genere altos ingresos al radiodifusor con todos los servicios que se pueden ofrecer a través de esta nueva tecnología, que está enfocada en el futuro a la convergencia de las telecomunicaciones, tanto en plataformas como en equipos; donde por medio del mismo equipo PC, televisor, teléfono celular, podemos recibir voz, datos y video; para que esto sea posible los radiodifusores deben pensar en alianzas, especialmente con proveedores de datos, como pueden ser empresas celulares y enfrentar al televidente, de esta manera no se quedará sin los servicios de la TDT y sus servicios de valor agregado; ésta es la causa que al inicio origina un desembolso fuerte, pero en un futuro no muy lejano se puede sacar un excelente provecho con la utilidad de los nuevos servicios, donde también se podrá cobrar valores por la prestación de otros servicios.

Teniendo en cuenta que existe poca información acerca de la infraestructura del país para la implementación de la Televisión Digital Terrestre TDT, es necesario proporcionar un documento donde se brinde ésta y que en el futuro sirva de fundamento para un estudio más profundo, de esta manera se podría saber la situación actual de Nicaragua con relación al número de televisores que existen en el país, la cantidad de pobladores que utilizan el servicio de cable, u otros servicio para la recepción de la señal.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Tierra Cacuango, O. y Silva Pulgar, J. (2007). Estudio de los aspectos técnicos y comerciales a considerarse para la implementación del servicio de Televisión Digital Terrestre en las condiciones actuales del país. Tesis, Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- [2] Rostrán, T. y Rodríguez Borg, R. (2008). La televisión en Nicaragua: génesis, desarrollo y actualidad. Comunicación Social, Universidad Centroamericana (UCA). Managua, Nicaragua.
- [3] Fundación Wikimedia, Inc.Wikipedia. Biblioteca [en línea]. Actualizada: 8 de Enero 2015. [Fecha de Consulta 30 de Enero 2015]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/NTSC>
- [4] Fundación Wikimedia, Inc.Wikipedia. Biblioteca [en línea]. Actualizada: 8 de Enero 2015. [Fecha de Consulta 30 de Enero 2015]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/PAL>
- [5] Fundación Wikimedia, Inc.Wikipedia. Biblioteca [en línea]. Actualizada: 8 de Enero 2015. [Fecha de Consulta 30 de Enero 2015]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Secam>
- [6] Moreno Quinche, B. y Salazar Baculima, J. (2011). Estudio y análisis de factibilidad para la implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador.
- [7] Comisión Nacional de Televisión. (2008). República de Colombia Televisión Digital Terrestre. Bogotá D.C, Colombia.